

**KAJIAN SIMPANAN LENGAS TANAH PADA MINTAKAT
PERAKARAN BEBERAPA MACAM PENUTUPAN LAHAN
BERBASIS PINUS DI DESA SUMBERGONDO, BUMIAJI, BATU**

Oleh :
MUHAMMAD RIZKY AFFANDI
0610430039



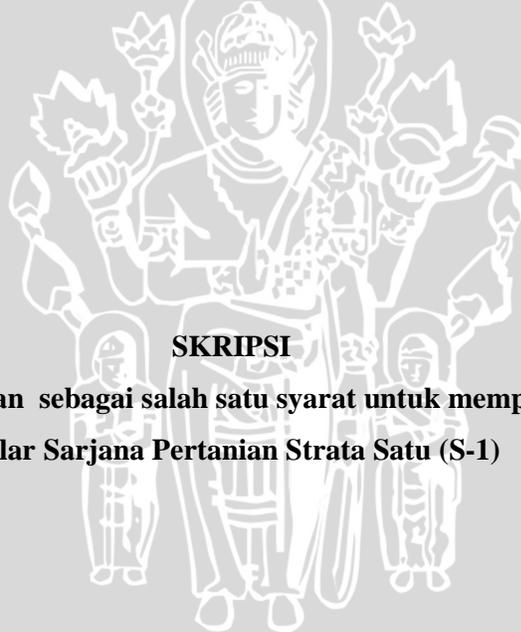
**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010**

**KAJIAN SIMPANAN LENGAS TANAH PADA MINTAKAT
PERAKARAN BEBERAPA MACAM PENUTUPAN LAHAN BERBASIS
PINUS MERKUSII DI DESA SUMBERGONDO, BUMIAJI, BATU**

Oleh :

MUHAMMAD RIZKY AFFANDI

0610430039



SKRIPSI

**Disampaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

PROGRAM STUDI ILMU TANAH

JURUSAN TANAH

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2010

SURAT PERNYATAAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rizky Affandi

NIM : 06104300399

Jurusan / PS : Tanah / Ilmu Tanah

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

”Kajian Simpanan Lemas Tanah pada Mintakat Perakaran Beberapa Macam Penggunaan Lahan Berbasis Pinus Merkusii di Desa Sumbergondo, Bumiaji, Batu”

Merupakan karya tulis yang saya buat sendiri dan bukan merupakan bagian dari skripsi maupun tulisan penulis lain. Bilamana suatu hari pernyataan saya tidak benar, saya sanggup menerima sanksi akademik apapun yang ditetapkan oleh Universitas Brawijaya.

Malang, 23 Agustus 2010

Yang Menyatakan

Muhammad Rizky Affandi

NIM. 0610430039

Mengetahui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS

NIP. 19480723 197802 1001

Dr. Ir. Sugeng Prijono, MS

NIP. 19580214 198503 1003

Ketua Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS

NIP 19540501 198103 1006

Judul Skripsi : **KAJIAN SIMPANAN LENGAS TANAH PADA MINTAKAT PERAKARAN BEBERAPA MACAM PENGGUNAAN LAHAN BERBASIS PINUS MERKUSII DI DESA SUMBERGONDO, BUMIAJI, BATU**

Nama Mahasiswa : Muhammad Rizky Affandi
NIM : 0610430039
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui Oleh :
Pembimbing Utama Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS
NIP. 19480723 197802 1001

Dr. Ir. Sugeng Prijono, MS
NIP. 19580214 198503 1003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS
NIP 19540501 198103 1006

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS
NIP. 19480723 197802 1001

Dr. Ir. Sugeng Prijono, MS
NIP. 19580214 198503 1003

Penguji I

Penguji II

Syahrul Kurniawan SP MP
NIP. 19480723 197802 1001

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1002

Tanggal lulus :

RINGKASAN

Muhammad Rizky Affandi. 0610430039 - 43. Kajian Simpanan Lengas Tanah Pada Mintakat Perakaran Beberapa Macam Penutupan Lahan Berbasis Pinus Di Desa Sumbergondo Bumiaji, Batu. Dibawah bimbingan Soemarno. Sebagai Pembimbing utama dan Sugeng Priyono. Sebagai pembimbing pendamping

Di Desa Sumbergondo, Bumiaji, Batu, merupakan salah satu kawasan yang termasuk pada bagian hulu DAS Brantas. Lebih dari 50 % dari total luasan desa ini dimanfaatkan sebagai lahan pinus. Di desa ini lahan pinus dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk kepentingan tertentu. Budidaya pinus sebagai tanaman industri memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, akan tetapi secara ekologi, penanaman komoditi pinus dapat mempengaruhi daur hidrologi suatu lahan. Kehilangan air pada lahan yang ditanami pinus mencapai angka 87% dari total curah hujan. Dengan demikian, pembudidayaan pohon pinus akan sangat tidak sesuai jika dilakukan di daerah yang memiliki curah hujan yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan penggunaan lahan terhadap simpanan lengas tanah di lahan berbasis pinus, serta mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi simpanan lengas tanah di lahan berbasis pinus.

Seluruh lokasi yang digunakan sebagai plot penelitian berbasis pinus berumur 20 tahun, yang terdiri dari lahan pinus kombinasi semak, pinus kombinasi hortikultura serta pinus kombinasi hortikultura bero. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada pertemuan 2 garis diagonal yang menghubungkan 4 pohon pinus pada daerah perakarannya tiap lapisan sebanyak tiga kali ulangan, waktu pengambilan sampel untuk perhitungan simpanan lengas pada 1 hari (W1) dan 1 minggu (W2) setelah hujan terakhir turun. Analisa tanah dilakukan pada laboratorium Fisika dan Kimia Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Waktu penelitian dimulai pada akhir bulan Maret 2010 hingga bulan Agustus 2010.

Hasil penelitian ini menunjukkan pada lahan pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero terjadi penurunan simpanan lengas tanah sebesar 11.02 mm dan 12.67 mm. Rendahnya nilai penurunan ini diakibatkan minimnya proses evaporasi karena vegetasi yang lebih rapat sehingga menghalangi radiasi matahari masuk dan menguapkan air dari permukaan tanah. Penurunan terbesar terjadi pada simpanan lahan pinus-sayuran sebesar 45.58 mm. Hal ini diakibatkan oleh minimnya penutupan lahan yang mengakibatkan evaporasi lebih tinggi pada lahan tersebut. Minimnya penutupan juga berakibat pada besarnya energi kinetik yang menghantam permukaan tanah serta aktifitas pengolahan lahan yang dapat menghancurkan tanah. Butiran agregat halus dapat memadatkan tanah yang menyebabkan porositas tanah menurun sehingga kemampuan tanah menyimpan air akan menurun pula seperti yang terjadi pada lapisan I dan lapisan II lahan pinus kombinasi sayuran.

SUMMARY

Muhammad Rizky Affandi. 0610430039 - 43. Study of Soil Moistures Reserves in the Root Zones Several Kinds of Pine Based Landcover in Sumbergondo, Bumiaji, Batu. Under Supervision of Soemarno.and Sugeng Prijono

The Sumbergondo village, Bumiaji, Batu, is one area that included in the upstream watershed Brantas. More than 50% of the total area of the village was used as a land of pine. In this village pine land utilized by surrounding communities to particular interests. Pine cultivation as industrial plants have high economic value, but in ecology, planting pine commodity cycle may affect the hydrology of the land. water loss on land with pines reach 87% of the total rainfall. Thus, the cultivation of pine trees would be highly inappropriate if done in areas with low rainfall. This study aims to examine the effect of different land use on soil moisture reserves in pine-based land, as well as identifying factors that affect soil moisture reserves in pine-based land.

All locations are used as research plots based 20-year-old pine, which consists of a combination of scrub pine land, pine pine combination of horticulture and horticultural combination fallow. Soil sampling was conducted at the meeting of two diagonal lines connecting the four roots of pine trees in the area of each layer of three repetitions, time of sampling for calculation of moisture deposit on 1 day (W1) and 1 week (W2) after the last rain fell. Soil analysis performed on Soil Physics and Chemistry Laboratory, Department of Soil University of Brawijaya. When the study began in late March 2010 until August 2010.

The results of this study showed the combination of pine land and farm pine bush fallow vegetable combinations each moisture decreased total deposits amounted to 11.02 mm and 12.67 mm. The low value of this decrease due to evaporation because of the lack of vegetation that is more tightly thereby blocking incoming solar radiation and evaporate water from the soil surface. The largest decrease occurred in total deposits moisture pine land vegetable combination of 45.58 mm. This is caused by lack of land cover resulting in higher evaporation on the land. The lack of closure also resulted in the amount of kinetic energy, which hit the surface of the soil and land management activities that can break the grain aggregate. Fractions granules aggregate to tamp the soil, so that the available pore space for water decreases as it did in layer I and layer II, a combination of pine land vegetable

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Skripsi dengan judul **“Kajian Simpanan Lengan Tanah pada Mintakat Perakaran Pinus Beberapa Macam Penutupan Lahan Berbasis Pinus Desa Sumbergondo, Bumiaji, Batu”**, merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Dengan penuh rasa syukur penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala kekuatan, kemudahan dan kelancaran dalam menyusun skripsi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS dan Dr. Ir. Sugeng Prijono, MS selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan membagikan begitu banyak ilmu yang bermanfaat dalam membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun laporan penelitian ini hingga selesai.
3. Dr. Ir. Budi Prasetya, MS dan Syahrul Kurniawan SP. MP selaku Dosen Penguji.
4. Dosen-dosen di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama kuliah.
5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, atas bantuan dan informasi yang diberikan.
6. Bapak Hadi Sutrisno penduduk Desa Sumbergondo yang telah banyak membantu penulis selama melaksanakan penelitian di lapang.
7. Orangtua dan keluarga tercinta yang telah mendukung penulis dalam setiap kesempatan hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh kakak-kakak, adik-adik seperjuangan di Tanah, terutama Soiler 2006, terima kasih atas dukungan, perhatian, dan bantuan, serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang turut berpartisipasi atas terselesaikannya laporan penelitian ini.

Penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan menjadi sumber inspirasi positif bagi pembaca serta tetap bermanfaat di masa selanjutnya.

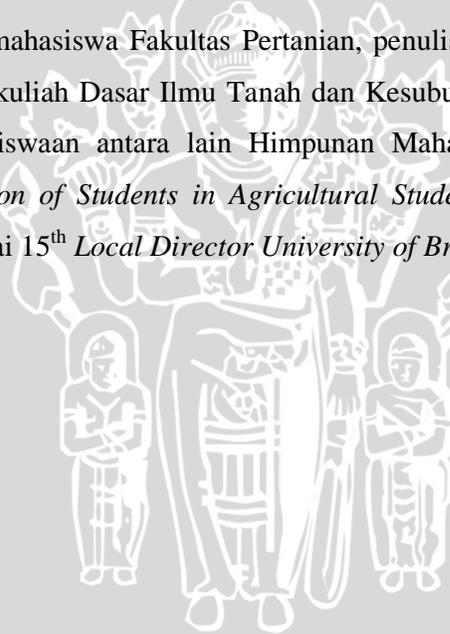
Malang, 08 Desember 2010

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kabupaten Sidoarjo pada tanggal 18 Agustus 1987, sebagai putra keempat dari pasangan Muhammad Wahyudi dan Nur Sumiah. Pendidikan formal yang ditempuh penulis dimulai pada tahun 1992-1994 di TK Gembira – Sidodadi. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Sidodadi 2 Taman, Sidoarjo. Pada tahun 2000-2003 melanjutkan pendidikan di SLTP Negeri 1 Krian Sidoarjo, kemudian meneruskan ke SMA Negeri 1 Krian pada tahun 2003-2006. Pada tahun 2006 penulis diterima sebagai mahasiswa Universitas Brawijaya Malang melalui jalur PSB dan masuk di Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Dasar Ilmu Tanah dan Kesuburan Tanah. Penulis aktif di organisasi kemahasiswaan antara lain Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah dan *International Association of Students in Agricultural Students in Agricultural and Related Sciences* sebagai 15th *Local Director University of Brawijaya*



DAFTAR ISI

RINGKASAN.....i
SUMMARY.....ii
KATA PENGANTAR.....iii
RIWAYAT HIDUP.....iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABELvii
DAFTAR GAMBARviii
DAFTAR LAMPIRAN.....ix

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1
 1.2 Tujuan Penelitian 2
 1.3 Manfaat Penelitian 3
 1.4 Hipotesis 3

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hubungan Air dan Tanah 4
 2.1.1. Infiltrasi..... 4
 2.1.2. Air dalam Pori Tanah..... 5
 2.1.3. Saturasi atau Penjenuhan 5
 2.1.4. Air Tersedia dan Kapasitas Lapangan 6
 2.1.5. Titik Layu dan Kebutuhan Air Tanaman..... 6
 2.1.6. Potensial Lengan Tanah..... 8
 2.1.7. Kurva pF 9
 2.2. Pergerakan Air Tanah 10
 2.2.1 Aliran Air Jenuh 10
 2.2.2 Aliran Air Tidak Jenuh 11
 2.3. Hutan Pinus 12
 2.4. Hidrologi Hutan Pinus 13
 2.4.1 Penutupan Muka Lahan 14
 2.4.2 Kedalaman Efektif Tanah 15
 2.4.3 Tekstur Tanah 16
 2.4.4 Porositas Tanah 16
 2.4.5 Bahan Organik 17
 2.4.6 Proses Hidrologi 17
 2.4.6.1 Intersepsi..... 18
 2.4.6.2 Infiltrasi 19
 2.4.6.3 Evaporasi 21
 2.4.6.4 Evapotranspirasi 22
 2.4.6.5 Irigasi 23
 2.4.6.6 Presipitasi 23
 2.4.6.7 Limpasan Permukaan 24
 2.4.6.8 Drainase 26
 2.5. Neraca Lengan Tanah..... 26

2.6.Simpanan Lengas	27
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan waktu	29
3.2 Alat dan Bahan	29
3.3 Tahapan Penelitian	30
3.3.1 Penentuan Lokasi pengamatan	30
3.3.2 Pengamatan Kondisi aktual lahan	32
3.3.2.1 Pengukuran Luas Lokasi Pengamatan	32
3.3.2.2 Pengukuran Tingkat Kecuraman Lereng	32
3.3.2.3 Pengukuran Tinggi Pohon Pinus	33
3.3.2.4 Pengukuran Luas Penutupan Lahan	34
3.3.3 Pengambilan Contoh Tanah	35
3.3.4 Analisis Laboratorium	35
3.3.5 Perhitungan Kadar Air Volume	36
3.3.6 Perhitungan Simpanan Lengas.....	36
3.3.6 Analisis Data	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Karakteristik Lahan	38
4.1.1. Pemilihan Lokasi Pengamatan	38
4.1.2. Karakteristik Lokasi Pengamatan	39
4.1.3. Morfologi Tanah Lokasi Pengamatan	40
4.2. Sifat Fisik dan Biologi pada Lokasi Pengamatan	41
4.2.1. Tekstur Tanah	41
4.2.1. Berat Isi Tanah	42
4.2.3. Porositas Total Tanah	44
4.2.4. Bahan Organik Tanah	45
4.2.5. Kemantapan Agregat (DMR)	48
4.2.6. Karakteristik Air Tanah (Kurva pF)	50
4.3 Simpanan Lengas Tanah Periodik	57
4.4. Pembahasan Umum	59
4.4.1. Hubungan Tutupan Lahan Terhadap Lengas Tanah	59
4.4.2. Hubungan Berat Isi Terhadap Lengas Tanah	60
4.4.3. Hubungan Kemantapan Agregat Terhadap Lengas Tanah	61
4.4.4. Hubungan Bahan Organik Terhadap Lengas Tanah	62
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	63
5.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Nomer	Teks	Halaman
1.	Klasifikasi Pinus	13
2.	Alat dan Bahan Laboratorium.....	30
3.	Macam Analisis Dasar, Metode dan Waktu Pengambilan	35
4.	Karakteristik Lahan Area Pengamatan	39
5.	Morfologi Tanah Area Pengamatan	40
6.	Distribusi Partikel Tanah Area Pengamatan	42
7.	Berat Isi Tanah Area Pengamatan.....	44
8.	Porositas Total Tanah Area Pengamatan.....	46
9.	C-Organik Tanah Area Pengamatan.....	47
10.	Indeks DMR Tanah Area Pengamatan.....	49
11.	Simpanan Lengas Periodik Total Area Pengamatan.....	57
12.	Selisih Simpanan Lengas Periodik Area Pengamatan	59



DAFTAR GAMBAR

Nomer	Teks	Halaman
1.	Karakteristik Air Tanah	7
2.	Kurva pF	9
3.	Mintakat Perakaran Pohon Pinus	15
4.	Proses Hidrologi Pohon	18
5.	Penentuan Titik Pengamatan pada Pinus-Semak Belukar.....	31
6.	Penentuan Titik Pengamatan pada Pinus-Sayuran.....	31
7.	Penentuan Titik Pengamatan pada Pinus-Sayuran Bero	31
8.	Tutupan Tanaman Basis	32
9.	Cara Mengukur Kecuraman Lereng	33
10.	Cara Mengukur Ketinggian Pohon Pinus	33
11.	Peta Sebaran Lokasi Area Pengamatan	38
12.	Berat Isi Tanah Area Pengamatan.....	43
13.	Porositas Total Tanah Area Pengamatan.....	45
14.	Kandungan C-Organik Tanah Area Pengamatan.....	47
15.	Indeks DMR Tanah Area Pengamatan.....	48
16.	Kadar Air pada pF 0.....	50
17.	Kadar Air pada pF 1.....	51
18.	Kadar Air pada pF 2.....	52
19.	Kadar Air pada pF 4.2.....	54
20.	Kurva Karakteristik Air Tanah.....	55
21.	Jumlah Air Tersedia Area Pengamatan	56
22.	Hubungan antara Tutupan Lahan dengan Lengan Tanah	60
23.	Hubungan antara Berat Isi dengan Lengan Tanah	60
24.	Hubungan antara Kemantapan Agregat dengan Lengan Tanah	61
25.	Hubungan antara Bahan Organik dengan Lengan Tanah	62

DAFTAR LAMPIRAN

Nomer	Teks	Halaman
1.	Menghitung Luasan Penutupan di Bawah Tanaman Pinus.....	68
2.	Uji BNT Analisis Dasar Area Pengamatan.....	71
3.	Uji BNT Kadar Lemas Area Pengamatan.....	71
4.	Uji BNT Kadar Lemas Area Pengamatan.....	72
5.	Jumlah Air Tersedia Area Pengamatan	73
6.	Curah Hujan Harian Desa Sumbergondo.....	73
7.	Korelasi Antar Parameter.....	74
8.	Hasil Analisis Ragam.....	75
9.	Foto Kondisi Lahan.....	91
10.	Deskripsi Profil Tanah.....	93
11.	Daftar Istilah.....	98



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air menjadi unsur penting bagi manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari. Oleh karena itu pelestarian sumberdaya air sangatlah penting untuk mendukung keberlanjutan kehidupan manusia. Secara umum, air yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan hidup berasal dari dalam tanah yang dikenal dengan nama air tanah. Air tanah bersifat dinamis, yang berarti bergerak secara tetap dari suatu lokasi ke lokasi lain melalui perkolasi, evaporasi, evapotranspirasi, irigasi, presipitasi, limpasan permukaan dan drainase. Karena sifat air tanah yang dinamis, menjadikan sifat air tanah sebagai suatu topik pembicaraan yang menarik.

Desa Sumbergondo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu merupakan salah satu kawasan yang termasuk pada bagian hulu DAS Brantas. Kawasan hulu daerah aliran sungai (DAS), merupakan suatu kawasan yang terletak di bagian paling atas atau kawasan puncak dari suatu DAS. Apapun yang dilakukan pada kawasan tersebut, akan berimbas pada kawasan tengah dan hilir DAS. Oleh karena itu, konsep pengelolaan DAS yang tepat pada bagian hulu menjadi sangat penting agar dapat mewujudkan kawasan DAS yang sehat.

Pinus sebagai tanaman industri memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan pemanfaatan kayu pinus semakin diminati masyarakat terutama untuk pembuatan *box*, *furniture*, korek api, hiasan dinding dan peralatan rumah tangga. Tidak hanya itu, getah pinus yang diolah menjadi gondorukem dan terpentin dimanfaatkan sebagai bahan baku industri cat, kimia, hingga kosmetik. Tingginya nilai ekonomi tersebut membuat pinus menjadi salah satu komoditas tanam yang menjadi primadona masyarakat (dalam hal ini PT. Perhutani) untuk dibudidayakan. Pada aspek ekologis terutama pada daur hidrologis, tegakan pinus memiliki kehilangan air terutama pada proses evapotranspirasi yang cukup tinggi. Menurut Utomo (2002), kehilangan air pada lahan yang ditanami pinus mencapai angka 87 % dari total curah hujan. Dengan demikian, pembudidayaan pohon

pinus akan sangat tidak sesuai jika dilakukan di daerah yang memiliki curah hujan yang rendah.

Pinus merkusii adalah satu-satunya jenis famili *pinaceae* yang tumbuh secara alami di Indonesia. Daerah penyebarannya meliputi Burma, Laos, Thailand, Kamboja, Vietnam, Philippina dan Indonesia (Soekotjo, 1975). Lahan hutan pinus di Desa Sumbergondo salah satunya, pada lahan tersebut telah dimanfaatkan oleh penduduk sekitar dengan kegiatan pertanian. Tidak jarang beberapa petak hutan pinus disewa untuk dimanfaatkan para petani setempat sebagai tempat budidaya komoditas sayuran. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap daur hidrologis hutan pinus karena akan terjadi perubahan sifat fisik tanah pada lahan hutan pinus yang diolah menjadi lahan pertanian komoditas sayuran. Kemungkinan hilangnya air akibat proses evapotranspirasi pada hutan pinus akan berpengaruh pada cadangan air tanah pada kawasan tersebut. Hal ini tentu akan memberikan dampak negatif bagi masyarakat terutama pada musim kemarau.

Berdasarkan uraian diatas, perlu diadakan suatu kajian terhadap sifat fisik tanah pada kawasan hutan pinus baik yang disewa untuk dimanfaatkan, dibiarkan tumbuh secara homogen, maupun diberi tindakan konservasi berupa penanaman semak belukar. Untuk kedepannya, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu data perbandingan antara sistem penggunaan hutan pinus dengan berbagai macam penggunaannya sehingga dapat dijadikan acuan penggunaan lahan yang paling tepat untuk dipilih guna menjaga kelestarian alam serta memenuhi kebutuhan hidup umat manusia.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk :

1. Mengkaji pengaruh perbedaan penutupan lahan terhadap simpanan lengas tanah di lahan berbasis pinus.
2. Mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi simpanan lengas tanah di lahan berbasis pinus.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai kondisi lengas tanah pada hutan pinus sebagai salah satu data dasar pengelolaan sumberdaya lahan yang berkelanjutan.

1.4 Hipotesis

1. Jenis penutupan pinus-semak belukar merupakan lahan yang paling efektif dalam menjaga keseimbangan simpanan lengas tanah.
2. Tipe penutupan lahan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan simpanan lengas tanah di lahan berbasis pinus.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hubungan Air dan Tanah

Penelaahan interaksi air dengan tanah merupakan komponen penting yang dipelajari dalam mengetahui kondisi air tanah sebagai rekomendasi pembuatan keputusan irigasi dan penanaman tanaman. Tabel air tanah mendefinisikan indikasi jumlah air yang tersimpan dalam tanah pada berbagai waktu. Umumnya tabel air tanah menggambarkan saturasi atau penenuhan, kapasitas lapangan, titik layu dan kering oven (Rogers, 1996).

2.1.1 Infiltrasi

Jika air diberikan pada permukaan tanah pada proses irigasi maupun hujan, sebagian air tersebut akan meresap kedalam tanah dan beberapa bagian lainnya akan tinggal pada permukaan atau mengalir di atas permukaan tanah. Infiltrasi merupakan istilah yang digunakan pada proses masuknya air ke dalam tanah dari permukaan (Soemarto, 1987). Pada proses infiltrasi, dikenal istilah laju infiltrasi yang menggambarkan kecepatan air dari permukaan untuk meresap kedalam tanah. Kecepatan proses infiltrasi akan menentukan jumlah air yang masuk dari permukaan tanah ke zona perakaran serta jumlah air yang melimpas di atas permukaan tanah (jika ada). Oleh sebab itu, laju infiltrasi akan berpengaruh terhadap distribusi air pada daerah perakaran tanaman, serta berpengaruh terhadap jumlah limpasan permukaan yang memperbesar peluang terjadinya erosi (Hillel, 1988), karena jika infiltrasi terhambat, tanaman akan kekurangan air, dan dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya erosi pada suatu lahan. Pernyataan tersebut menjelaskan bahwa pengetahuan tentang kemampuan infiltrasi dan sifat fisik tanah merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui sebagai salah satu landasan pengelolaan tanah dan air yang efektif dan efisien.

2.1.2 Air dalam Pori Tanah

Tanah bersifat dinamis, yang berarti bahwa tanah mempunyai perpaduan fase penyusun yang berubah-ubah berupa fase padat, cair dan gas. Menurut Hardjowigeno (2003), ruang pori adalah bagian tanah yang tidak terisi oleh fase padat tanah, hal ini menjelaskan bahwa ruang pori tanah menunjukkan jumlah ruang yang diisi fase cair maupun fase gas (Ball, 2008). Kondisi ruang pori dalam tanah biasa disebut dengan istilah porositas tanah. Porositas adalah indeks volume relatif pori-pori dalam tanah yang memiliki kisaran 30 % hingga 60 % (Hillel, 1998).

Keberadaan air dalam tanah sangat ditentukan oleh karakteristik tanah pada suatu lahan. Sebagai contoh, tanah dengan tekstur berpasir yang memiliki ukuran partikel lebih besar dengan porositas lebih kecil memiliki kemampuan menahan yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang memiliki pori lebih besar. Pori yang lebih kecil memiliki kemampuan menahan air dengan lebih kuat, sehingga dikatakan tanah dengan tekstur halus dapat menahan air lebih baik dibandingkan dengan tanah bertekstur kasar (berpasir). Kadar air volume (θ) umumnya dipakai untuk menggambarkan kandungan air dalam tanah sebagai persentase dari volume total tanah. Pada tanah pasir, nilai θ pada kondisi jenuh adalah 40-50 %, pada tanah bertekstur sedang nilai θ mendekati 50 %, dan pada tanah liat nilai θ bisa mencapai 60 % (Hillel, 1998).

2.1.3 Saturasi atau Penjenuhan

Disamping partikel padatan, tanah memiliki fase cair dan gas yang mengisi pori-pori tanah. Kondisi jenuh adalah suatu keadaan dimana air mengisi seluruh ruang pori tanah sehingga tidak tersisa ruang bagi udara di dalam tanah (Gambar 1a). Penjenuhan umumnya segera terjadi setelah adanya hujan deras atau proses irigasi (Anonymous, 2006).

2.1.4 Air Tersedia dan Kapasitas Lapangan

Air tersedia menggambarkan suatu kondisi dimana kadar air dalam tanah pada jumlah yang cukup untuk dapat dihisap oleh akar tanaman. Pada kondisi air tersedia, potensial partikel tanah yang dapat mengikat air atau yang dikenal sebagai isapan lengas tanah memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kemampuan tanaman menghisap air dalam tanah. Menurut Notohadiprawiro (1998), isapan lengas tanah akan menentukan berapa banyak jumlah air yang dapat diserap oleh tanaman. Semakin besar isapan lengas tanah, maka semakin kecil kemampuan tanaman untuk menghisap air dalam tanah.

Kapasitas lapangan menggambarkan air tersedia pada pF 2 yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya gravitasi bumi (Hardjowigeno, 2003). Dalam jurnal *Soil and Water*, FAO (2006) pada kondisi kapasitas lapangan proses drainase berhenti, yang membuat ruang besar pori tanah terisi oleh udara dan air, sedangkan ruang pori kecil akan tetap terisi oleh air (Gambar 1b).

2.1.5 Titik Layu dan Kebutuhan Air Tanaman

Pada kondisi titik layu, sangat sulit bagi akar tanaman memperoleh air dalam tanah. Hal ini dikarenakan pada kondisi titik layu potensial tanaman untuk mengabsorpsi air seimbang dengan potensial tanah. Jumlah air pada stadium ini dapat menyebabkan kematian pada tanaman, dan kejadian ini disebut sebagai titik layu permanen (Rogers, 1996). Pada kondisi titik la

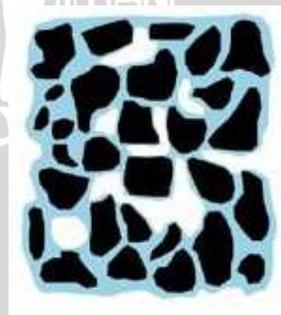
Seperti makhluk hidup yang lain, tanaman memerlukan air untuk melangsungkan kehidupannya. Tanaman memerlukan air sebagai agen distribusi nutrisi ke seluruh bagian tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang. Oleh sebab itu, suatu keberhasilan dalam sistem penanaman akan tercapai jika pengaturan pemberian air tepat secara jumlah dan waktunya. Air harus tersedia pada waktu dan jumlah yang tepat bagi tanaman sebagai ganti jika suatu lahan kehilangan air akibat proses evaporasi tanah dan transpirasi tanaman. Pemenuhan kebutuhan air dalam jumlah yang tepat menjadi sangat penting, karena jika tanaman diberikan air dalam jumlah yang terlalu banyak, akan menyebabkan

pembusukan akar tanaman karena akar tidak dapat berespirasi dengan baik akibat tanah yang terlalu banyak air. Menurut Soemarno (2004), kebutuhan air tanaman adalah jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kehilangan air melalui evapotranspirasi (ET-tanaman) tanaman yang sehat, tumbuh pada sebidang lahan yang luas dengan kondisi tanah yang tidak mempunyai kendala (kendala lengas tanah dan kesuburan tanah) dan mencapai potensi produksi penuh pada kondisi lingkungan tumbuh tertentu.

Kebutuhan air tanaman berbeda antara tanaman satu dengan tanaman lainnya. Tanaman yang sama pun juga memiliki perbedaan kebutuhan air tanaman pada fase pertumbuhan yang berbeda. Sebagai contoh, tanaman jagung pada fase perkecambah akan memiliki kebutuhan air tanaman yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman jagung pada fase pertumbuhan (Kusuma, 2005). Kebutuhan air tanaman dapat dihitung melalui koefisien tanaman (kc) merupakan ketetapan yang menghubungkan evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi tanaman. Nilai kc ini berhubungan dengan evapotranspirasi tanaman bebas penyakit yang tumbuh di lapangan luas pada kondisi lengas tanah yang optimum dan kesuburan tanah yang baik dan mencapai potensi produksinya secara penuh pada kondisi lingkungan tumbuh tertentu (Soemarno, 2004).



a) Jenuh



b) Kapastas Lapangan



c) Titik Layu Permanen

keterangan :

 = Fase cair / Air

 = Fase padat / Partikel tanah

Gambar 1. Karakteristik air Tanah

(http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terraGIS_soil/images/water_fig_6.jpg)

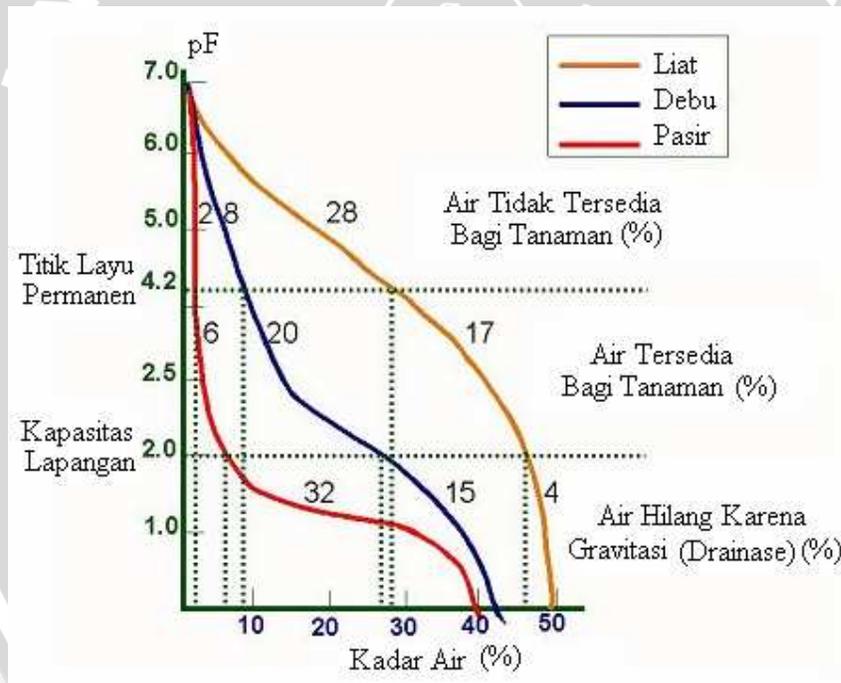
2.1.6 Potensial Lengas Tanah

Air tanah sebagian besar ditahan oleh potensial matrik, yaitu air yang terperap oleh permukaan partikel tanah, dan hanya sedikit yang terikat secara osmosis karena terlarutnya garam mineral dalam tanah. Air yang terikat pada tanah dipengaruhi oleh beberapa potensial, yaitu gaya matriks atau adsorpsi, osmosis dan kapiler (Seyhan, 1990).

- a. Gaya adsorpsi, suatu gaya yang menyebabkan molekul air ditarik dan beradhesi pada permukaan partikel tanah secara kuat.
- b. Gaya osmotik, terikatnya air dipengaruhi oleh bahan kimiawi terlarut, seperti garam, maka gaya yang memegang air dalam tanah ditingkatkan dengan jumlah yang sama dengan tekanan osmotik larutan tanah, dan
- c. Gaya kapiler, merupakan gaya yang membuat molekul permukaan air yang ditarik terutama oleh molekul di dalam air dan selaput air dalam tanah, dengan demikian dipegang di lapangan oleh gaya tegangan muka.

2.1.7 Kurva pF

Karakteristik air tanah penting untuk diketahui dalam kegiatan budidaya pertanian, karena tanah pada umumnya memiliki jenis partikel yang berbeda sehingga memiliki kemampuan menahan air yang berbeda pula. Karakteristik air tanah dapat digambarkan melalui suatu metoda dengan cara membuat kurva hubungan antara potensial air tanah dengan kandungan air (Gambar 2) untuk mengetahui suplai air pada suatu jenis tanah tertentu (Hidayat, 2001). Kurva pF atau kurva retensi air tanah menggambarkan hubungan antara nilai pF (tegangan air tanah) dengan kandungan air (% volume) (Anonymous, 2004).



Gambar 2. Kurva pF

Jenis partikel mineral tanah mempengaruhi nilai kurva pF. Tanah dengan tekstur yang lebih halus memiliki kemampuan menahan air yang berbeda dengan tanah yang bertekstur kasar. Tanah bertekstur pasir memiliki butiran yang berukuran lebih besar, maka setiap satuan berat (misal : setiap gram) mempunyai luas permukaan lebih kecil, sehingga sulit menyerap atau menahan air dan unsur

hara. Sedangkan tanah dengan tekstur berliat memiliki luas permukaan lebih besar yang didominasi oleh pori mikro sehingga memiliki kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi (Hardjowigeno, 2003).

2.2 Pergerakan Air Tanah

2.2.1 Pergerakan Air Jenuh

Jika hujan terjadi, tanah memiliki pori-pori atau celah bagi air hujan untuk diresapkan kedalam tanah hingga beberapa puluh meter. Air terus meresap kedalam tanah hingga mencapai suatu lapisan yang sangat-sangat sempit sehingga susah untuk dapat ditembus oleh air. Setelah masuk, air meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi secara terus menerus, dan air dapat mengisi seluruh ruang pori hingga mencapai kondisi jenuh. Jika terjadi proses drainase pada sistem tersebut, akan terjadi suatu aliran air pada tanah melalui pori-pori tanah pada kondisi jenuh yang biasa dikenal dengan aliran jenuh (*saturated flow*). Pada kondisi jenuh, kondisi ruang pori akan menentukan pergerakan air jenuh. Sebagai contoh, tanah dengan pori-pori yang lebih besar akan mengalirkan air dengan lebih cepat, dan cairan yang berada di tengah ruang pori tentu akan dapat bergerak lebih cepat dibandingkan dengan cairan yang berada dekat partikel. Pada kondisi jenuh keterhantaran hidraulik akan berlangsung secara terus-menerus, karena jika semua ruang pori terisi oleh air, keterhantaran hidraulik berada pada kondisi maksimum (Hillel, 1988). Aliran jenuh umumnya terjadi pada lahan-lahan yang sengaja digenangi dan akhirnya mencapai pada kondisi jenuh untuk kepentingan tertentu seperti lahan sawah tanaman padi.

Aliran air jenuh pada tanah baik secara vertikal maupun horizontal dapat diukur. Sebagai pengukur hambatan tanah terhadap aliran air adalah konduktivitas hidrolik (K). Dalam konteks tanah jenuh air, parameter konduktivitas hidrolik jenuh sering digunakan (Anonymous, 2004). Pengukuran ini biasa dilakukan dengan menggunakan silinder yang memiliki besar dan volume bervariasi sesuai dengan yang diinginkan, kemudian diisi dengan tanah yang berperan sebagai

obyek pengamatan. Aliran air jenuh dapat diketahui setelah tanah dalam silinder dikondisikan sedemikian-rupa agar mencapai kondisi jenuh (Hillel, 1988).

2.2.2 Pergerakan Air Tidak Jenuh

Pada umumnya, proses interaksi yang melibatkan antara air dengan tanah di lapangan terjadi pada saat tanah berada pada kondisi tidak jenuh. Berbeda dengan aliran air pada tanah dengan kondisi jenuh, pada proses ini perubahan dari kandungan air sering terjadi. Pada proses ini melibatkan hubungan yang kompleks antara variabel kelembaban tanah, hisapan, dan konduktivitas. Aliran air tidak jenuh sering terjadi pada dinding (permukaan) matriks atau partikel padatan, pada tanah yang memiliki pori cukup lebar (Hillel, 1988).

Berbeda dengan pergerakan air jenuh yang secara kontinyu mengalirkan air dalam keadaan maksimum, pergerakan air tidak jenuh dengan kondisi tanah yang kering, beberapa bagian dari ruang pori akan terisi oleh udara dan bagian pengaliran dari luas penampang melintang tanah juga menurun. Lebih lanjut, saat terbentuk hisapan, pori-pori yang pertama kosong adalah pori-pori terbesar, yang bersifat mudah mengalirkan air, sehingga air hanya mengalir pada pori-pori yang lebih kecil. Pori-pori yang kosong harus dihindarkan, sehingga dengan pengeringan akan meningkatkan kelokan. Pada tanah bertekstur kasar, kadar air tetap tinggal hampir semuanya pada jaringan kapiler pada titik-titik pertemuan partikel, sehingga membentuk kantong air yang terpisah dan tidak kontinyu (Hillel, 1988).

Pergerakan air tidak jenuh dipengaruhi oleh gaya adhesi dan gaya kohesi. Berbeda dengan kondisi jenuh, gaya adhesi pergerakan tanah tidak jenuh pada tanah dengan ruang pori besar yang terbentuk dari kumpulan agregat menghambat keterhantaran air berupa penghalangan aliran pada agregat satu ke agregat yang lain. Pada kondisi yang tidak jenuh, kekuatan agregat untuk mengikat air lebih kuat, sehingga keterhantaran dapat berkurang (Hillel, 1988). Aliran air yang dipengaruhi gaya tarik menarik antar zat sejenis pun tidak sekuat pada aliran jenuh, karena pada pergerakan air tidak jenuh, tanah sebagai media aliran air berada pada kondisi yang kurang maksimum.

2.3 Hutan Pinus

Pada umumnya pohon pinus mempunyai ukuran raksasa dengan tinggi 30 – 40 meter atau lebih, dengan panjang batang bebas cabang 2 – 23 meter, diameter batang mencapai 100 cm, dan tidak berbanir. Penampakan kulit luar pohon kasar, berwarna coklat kelabu sampai coklat tua, tidak mengelupas, beralur lebar dengan tajuk berbentuk kerucut serta daunnya yang menyerupai bentuk jarum yang mulai gugur setelah berumur kira-kira satu setengah tahun. Pengguguran daun ini berlangsung terus, tetapi karena musim gugur tidak nyata, pohon pinus tidak pernah gundul. Persyaratan tumbuhnya pinus relatif mudah, pohon pinus dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur, tanah berpasir dan tanah berbatu, tetapi tidak dapat tumbuh pada tanah yang becek. Jenis ini menghendaki iklim basah sampai agak kering dengan tipe hujan A sampai C, pada ketinggian 200 – 1700 m dpl, kadang-kadang tumbuh di bawah ketinggian 200 m dpl dan mendekati daerah pantai (Priyono, 2002).

Pada sisi ekologi, hutan pinus memberikan jasa terhadap fungsi hidrologi suatu lahan. Dengan jumlah air yang ditranspirasikan sebesar 30-50 % dari total jumlah simpanan lengas (Warring *et al.* 1979), pinus memiliki cadangan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan semak belukar maupun tanaman pangan. Lahan dengan vegetasi pinus memiliki simpanan lengas sebesar 1338 mm, lebih tinggi dibandingkan dengan lahan semak belukar dan tanaman pangan sebesar 1286 mm dan 928 mm (Soelistyari dan Utomo, 2002 dalam Priyono, 2002). Pohon pinus, juga memiliki kemampuan menyimpan karbon yang berfungsi sebagai fiksator gas CO₂ di udara. Menurut Sembiring, (2010), pohon pinus memiliki akumulasi biomassa di atas permukaan tanah sebesar 182.85 ton/ha atau setara dengan karbon biomassa sebesar 82,28 ton C/ha yang dapat memfiksasi CO₂ sebanyak 301.96 ton/ha dari atmosfer selama tegakan pinus mulai ditanam hingga mencapai umur 30 tahun. Penelitian yang dilakukan oleh Achrom (2010), menunjukkan jumlah jenis arthropoda yang dapat ditemui pada hutan pinus memiliki jumlah yang lebih besar yaitu sebanyak 65 jenis arthropoda, lebih besar dari jumlah jenis arthropoda yang ditemukan di lahan dengan vegetasi eucalyptus dan semak belukar sebesar 58 dan 56 jenis. Dengan demikian hutan pinus

memiliki peranan menjaga keaneka-ragaman hayati jenis arthropoda dibandingkan dengan lahan lain.

Pinus merupakan salah satu tanaman komoditas industri yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi. Kayunya untuk berbagai keperluan, konstruksi ringan, mebel, *pulp*, korek api dan sumpit. Pemanfaatan pinus juga dapat diperoleh melalui penyadapan yang pohon tuanya dapat menghasilkan hingga 30-60 kg getah, 20-40 kg resin murni dan 7-14 kg terpentin per tahun. Di Indonesia pohon pinus tumbuh secara alami di kawasan Aceh, Kerinci, dan Tapanuli. Pinus dari daerah tersebut kemudian dikembangkan ke daerah lain melalui penanaman, salah satunya adalah di Pulau Jawa (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi Pinus (Hermansyah 1980)

Tipe	Klasifikasi
Divisi	Spermatophyta
Sub Divisi	Gymnospermae
Class	Coniferae
Ordo	Pinales
Familia	Pinaceae
Genus	Pinus
Species	Pinus merkusii Jung et de Vriese

Keberadaan hutan pinus dapat memberikan manfaat bagi masyarakat melalui kegiatan penyadapan pohon pinus. Keterlibatan masyarakat dalam pemungutan getah pinus dapat menaikkan penghasilan sampai dengan 61% (Pramono, 2001). Disamping dapat merasakan keuntungan secara ekonomis dari kegiatan penyadapan getah, masyarakat dapat memanfaatkan hutan pinus sebagai lahan pertanian untuk tumpang sari tanaman pangan maupun menanam pakan ternak dengan sistem sewa tahunan kepada PT Perhutani sebagai pihak pengelola hutan pinus di Indonesia.

2.4 Hidrologi Hutan Pinus

Perbedaan tipe penutupan lahan mempengaruhi perbedaan konsep hidrologi lahan tersebut. Hutan pinus sebagai vegetasi lahan memiliki sifat yang dinamis dari musim ke musim. Sebagai bagian dari proses yang dinamis, hutan

pinus memiliki peran sebagai pengendali daur air. Menurut Suharto (2006), kapasitas simpanan air dipengaruhi oleh Tipe vegetasi penutupan lahan, Kedalaman efektif tanah, tekstur tanah, porositas tanah, bahan organik, dan proses hidrologi suatu lahan.

2.4.1 Penutupan Muka Lahan (Coverage)

Vegetasi penutup lahan memiliki peran penting dalam menjaga ketersediaan air dalam tanah. Tipe vegetasi berbasis pohon memiliki kemampuan menyimpan air dibandingkan dengan tipe vegetasi lainnya. Dari penutupan tajuknya, pohon memiliki peran sebagai interseptor air hujan sehingga dapat mengurangi daya pukul air hujan. Bahan organik yang berasal dari pohon juga berperan dalam meningkatkan infiltrasi, kapasitas cekaman air dan kekasaran permukaan tanah (Noordwijk *et al.* 2004). Kaimuddin (1994) melaporkan hasil penelitian di hutan pinus Gunung Walat, Jawa Barat bahwa intersepsi pada tegakan Pinus sebesar 15.7 %, *A. Loranthifolia* 14.7 %, dan *S. wallichii* 13.7 % dari hujan total sebesar (871.9 mm). Hal ini mengindikasikan bahwa pohon pinus memiliki kemampuan mengintersepsi air hujan untuk melindungi permukaan tanah dari energi kinetik air hujan. Selain berfungsi sebagai interseptor hujan, masukkan bahan organik dari tajuk pinus juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah, penelitian yang dilakukan IPB (dalam Priyono, 2002) menunjukkan bahwa penurunan berat isi tanah terjadi pada lahan hutan pinus. Penurunan nilai berat isi akan menyediakan ruang bagi air untuk disimpan di dalam tanah.

Pinus memiliki ukuran pohon yang besar dengan bentuk batang silindris yang lurus. Tegakan pohon pinus yang telah masak dapat mencapai tinggi 24 m dengan diameter setinggi dada 22 cm (Kissel *et al.* 2004). Tajuk pohon pinus muda berbentuk piramid, akan tetapi setelah tua bentuk tajuknya lebih rata dan tersebar. Kulit pohon pinus muda berwarna abu-abu dan ketika sesudah tua berwarna gelap serta memiliki alur yang cukup dalam.

2.4.2 Kedalaman Efektif Tanah

Menurut penelitian Suharto (2006), kedalaman efektif tanah yang dalam ditambah dengan adanya penetrasi perakaran pohon akan memberikan kontribusi terhadap perbaikan struktur tanah dan keseimbangan distribusi ukuran partikel tanah, dengan demikian kedalaman efektif tanah yang lebih dalam memiliki kemampuan dalam meningkatkan kapasitas menahan air.



Gambar 3. Mintakat Perakaran Pohon Pinus (Anonymous, 2009)

Pohon pinus memiliki mintakat perakaran yang cukup dalam. Menurut Francis (2010), sebuah pohon pinus dewasa memiliki akar yang sanggup menembus hingga 6 meter dari permukaan tanah (Gambar 3). Hal ini juga didukung dengan sifat dari pohon pinus yang lebih sesuai ditanam pada lahan yang memiliki *bulk density* rendah, porositas tinggi serta persentase pasir yang tinggi pula sehingga memudahkan penetrasi akar untuk jauh masuk ke dalam tanah (Istomo, 2000).

2.4.3 Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif berbagai proporsi partikel di dalam tanah (Buckman dan Brady, 1982). Partikel tanah dapat digolongkan menjadi pasir, debu dan liat. Tanah dengan tekstur yang didominasi pasir mempunyai luas permukaan lebih kecil sehingga sulit menyerap atau menahan air dan unsur hara. Sedangkan tanah yang bertekstur liat didominasi pori-pori mikro atau pori kapiler. Tanah yang didominasi oleh liat memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara lebih tinggi (Hardjowigeno, 2003). Suharto (2006), pada penelitiannya menyatakan bila distribusi partikel pasir dan liat relatif seimbang dan distribusi fraksi debu relatif lebih mendominasi dibandingkan kedua fraksi yang lain akan mengakibatkan simpanan lengas yang tinggi pada tanah tersebut.

2.4.4 Porositas Tanah

Ruang pori tanah adalah bagian yang tidak terisi bahan padatan tanah (terisi air dan udara). Menurut penelitian Islami dan Utomo (1995), porositas tanah sebagian besar ditentukan oleh susunan butir-butir padat, kalau letak antar butiran-butiran padat tersebut cenderung erat, maka akan mengakibatkan porositas semakin rendah, dan sebaliknya jika letak butiran-butiran pada tanah tersusun dalam agregat yang bergumpal akan mengakibatkan porositas tanah semakin tinggi.

Hutan pinus termasuk lahan berbasis pohon yang memiliki fungsi untuk mempertahankan sifat-sifat fisik tanah. Pohon pinus memiliki peran sebagai penghasil seresah yang dapat meningkatkan aktifitas biologi tanah, serta mempertahankan dan meningkatkan ketersediaan air tanah dari pembentukan pori melalui aktifitas perakaran pohon. Penelitian Fakultas Kehutanan IPB, 1997 (dalam Priyono, 2002) menunjukkan nilai berat isi lahan terbuka lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pinus siap tebang maupun lahan pinus muda. Tingginya nilai berat isi diakibatkan perbedaan masukkan bahan organik yang lebih tinggi pada lahan pinus siap tebang maupun lahan pinus muda sehingga membentuk struktur tanah yang lebih mantap dan tersedia ruang pori yang cukup untuk diisi oleh air.

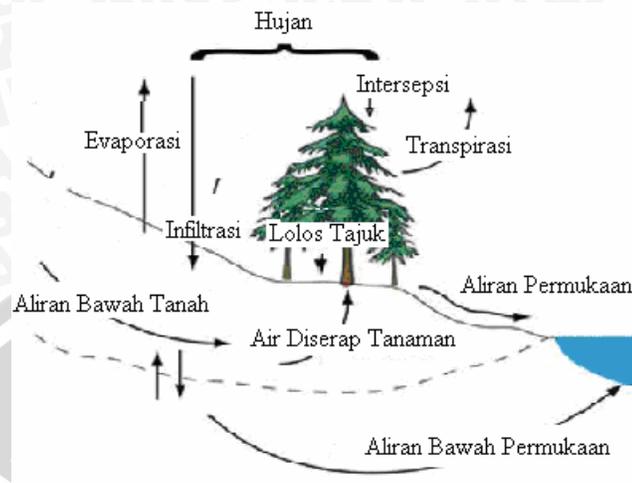
2.4.5 Bahan Organik

Bahan organik lebih dikenal dalam bentuk pupuk hijau, pupuk kandang, kompos atau humus. Menurut Hardjowigeno (1987), bahan organik secara biologi merupakan sumber tenaga utama mikroorganisme dalam tanah dan secara fisik berpengaruh terhadap agregasi tanah dan retensi air. Kadar bahan organik tanah mempunyai kontribusi terhadap kapasitas tanah memegang air sehingga dapat mengurangi kehilangan air tanah melalui drainase. Kontribusi ini merupakan akumulasi peran bahan organik dalam perbaikan struktur tanah dan keseimbangan distribusi ukuran partikel tanah pada *topsoil* sehingga tersedianya kapasitas ruang pori mikro yang cukup bagi air tersedia tanah (Suharto, 2006).

Penelitian Fakultas Kehutanan IPB, 1997 (dalam Priyono, 2002) menunjukkan bahwa perbedaan sifat fisik tanah antara lahan terbuka dengan lahan yang ditanami pinus terletak pada perbedaan jumlah masukan bahan organik. Hal ini mengindikasikan bahwa hutan pinus memberikan kontribusi terhadap pengendalian daur air dari masukan bahan organik yang dihasilkannya. Perbedaan masukan bahan organik pada lahan pinus juga dipengaruhi oleh jumlah tumbuhan yang ada di bawah tegakan pinus. Semakin banyak tumbuhan maka masukan bahan organik akan semakin banyak.

2.4.6 Proses Hidrologi

Air tanah memiliki sifat yang dinamis, atau bergerak secara tetap dari suatu lokasi ke lokasi lain melalui perkolasi, evaporasi, evapotranspirasi, irigasi, presipitasi, limpasan permukaan, dan drainase (Caolli, 1967). Semua proses hidrologi tersebut merupakan bagian dari penelaahan neraca air tanah. Menurut Hillel (1988), neraca air lahan sebagai rincian tentang masukan, keluaran dan perubahan simpanan air yang terdapat pada suatu lingkungan tertentu selama periode waktu tertentu (Gambar 4).



Gambar 4. Proses Hidrologi Pohon (Helie, 2005)

2.4.6.1 Intersepsi

Proses intersepsi oleh tajuk tanaman terjadi ketika hujan turun, air hujan yang jatuh tajuk tanaman tidak langsung memukul permukaan tanah, sehingga energi kinetik dari hujan bisa direduksi sedemikian rupa. Menurut Asdak (1995), vegetasi penutup tanah dapat menghalangi jalannya air larian dan memperbesar jumlah air yang tertahan di atas permukaan tanah (surface detention), hal tersebut akan dapat menurunkan laju air larian. Berkurangnya laju dan volume air larian akan merubah nilai koefisien air larian, yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian dengan curah hujan total. Jika jumlah air hujan yang menjadi air larian makin besar, maka ancaman terjadinya erosi dan banjir menjadi lebih besar pula.

Di kawasan yang didominasi oleh vegetasi, faktor pengendali intersepsi adalah tipe, kerapatan, dan umur vegetasi yang dominan di daerah tersebut. Menurut Asdak (1995) bahwa semakin banyak jumlah pohon per satuan luas, maka jumlah air hujan yang diupkan kembali ke atmosfer menjadi semakin besar. Hal ini berkaitan dengan faktor luas bidang penguapan, yaitu tajuk vegetasi atau dengan kata lain bahwa besarnya intersepsi ditentukan oleh angka indeks luas daun (Leaf Area Index = *LAI*). Berkurangnya nilai *LAI* akan menurunkan besarnya intersepsi atau dengan kata lain bahwa besarnya intersepsi akan

ditentukan oleh angka indeks luas daun (*LAI*). Berkurangnya nilai *LAI* akan menurunkan besarnya kapasitas tampung air pada permukaan tajuk vegetasi (*canopy storage capacity*). Penelitian yang dilakukan oleh Kaimudin (1994), menunjukkan bahwa intersepsi pada lahan pohon pinus mencapai 15.7 % dari total curah hujan sebesar 871.9 mm. Intersepsi dapat melindungi sifat fisik tanah, karena energi kinetik air hujan dapat direduksi oleh tajuk tanaman sebelum jatuh dan menghantam permukaan tanah.

2.4.6.2 Infiltrasi

Hujan maupun irigasi akan memberikan masukkan air kedalam tanah pada proses infiltrasi memiliki suatu kecepatan yang diistilahkan sebagai laju infiltrasi. Laju infiltrasi didefinisikan sebagai volume air yang mengalir ke dalam profil per satuan luas permukaan tanah. Pada kondisi laju hujan melebihi kemampuan tanah untuk menyerap air, infiltrasi akan berlanjut dengan laju yang maksimal, yang oleh Horton 1940 (dalam Hillel 1988), disebut sebagai kapasitas infiltrasi tanah. Richards, 1952 (dalam Hillel 1988), menyatakan kapasitas infiltrasi bukanlah istilah yang tepat sebagai pilihan untuk digunakan, karena istilah ini menyiratkan suatu aspek yang ekstensif, bukan pula suatu aspek yang intensif yang lebih sesuai untuk suatu pengaliran.

Hillel, 1971 (dalam Hillel 1988), menciptakan suatu istilah yang disebut sebagai kemampuan infiltrasi untuk menjelaskan laju infiltrasi, yang dihasilkan bila air pada tekanan atmosfer tersedia bebas pada permukaan tanah. Penggunaan istilah kemampuan infiltrasi digunakan untuk menghindari kontradiksi antara ekstensitas dan intensitas dalam istilah kapasitas infiltrasi, dan memungkinkan penggunaan istilah laju infiltrasi dalam artian literal umum untuk menyatakan pengaliran permukaan pada kondisi yang umum, berapapun besarnya laju atau tekanan pemberian air ke dalam tanah. Sebagai contoh, laju infiltrasi dapat memiliki nilai yang lebih besar jika air tergenang pada permukaan tanah pada permukaan tanah pada kedalaman tertentu hingga menyebabkan tekanan pada permukaan secara nyata lebih besar dari tekanan atmosfer. Begitu pula sebaliknya, jika tekanan permukaan lebih kecil dibandingkan tekanan atmosfer, hal ini akan

menyebabkan laju infiltrasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kemampuan infiltrasi. Menurut Hillel (1988), kemampuan infiltrasi tanah bergantung pada faktor-faktor berikut :

1. Waktu dari saat hujan atau irigasi. Laju infiltrasi pada awalnya relatif tinggi, kemudian berkurang dan akhirnya mencapai laju yang tetap yang merupakan sifat profil tanah tersebut
2. Kandungan air awal, Semakin basah tanah pada awalnya, kemampuan infiltrasi tanah akan lebih rendah (disebabkan karena gradien hisapan yang lebih rendah) dan semakin cepat tercapainya laju akhir yang tetap, yang umumnya tidak tergantung pada kandungan air awal.
3. Keterhantaran Hidraulik. Semakin tinggi keterhantaran hidraulik jenuh tanah, maka kemampuan infiltrasi tanah tersebut akan cenderung semakin tinggi.
4. Kondisi permukaan tanah. Bila permukaan tanah bersifat sangat sarang dan mempunyai struktur "terbuka", kemampuan infiltrasi awal akan lebih besar dibandingkan tanah yang seragam, tetapi kemampuan infiltrasi akhir tidak berubah, karena kemampuan ini dibatasi oleh daerah aliran di bawah yang memiliki keterhantaran lebih rendah.
5. Terdapatnya lapisan penghambat di dalam profil tanah. Lapisan-lapisan yang berbeda dalam hal tekstur atau struktur dari tanah di atasnya bisa menghambat gerakan air sekama infiltrasi.

Hutan pinus sebagai lahan berbasis pohon memiliki kemampuan infiltrasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan tingginya porositas tanah hutan pinus akibat dari tingginya jumlah masukan bahan organik. Penelitian Hairiah *et al.* 2004 (dalam Noordwijk *et al.* 2004) menunjukkan adanya lapisan penyaring berupa bahan organik di permukaan tanah yang dapat meningkatkan kemampuan infiltrasi melalui proses intersepsi dan granulasi tanah untuk meningkatkan stabilitas agregat tanah.

2.4.6.3 Evaporasi

Evaporasi adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air). Umumnya penguapan dapat dilihat dari lenyapnya cairan secara berangsur-angsur ketika terpapar pada gas dengan volume signifikan (Anonymous, 2010). Evaporasi dapat terjadi pada sungai, danau, laut, *reservoir* (permukaan air bebas), serta permukaan tanah. Menurut Hillel (1988), diperlukan tiga kondisi agar proses evaporasi dari suatu objek terjadi yaitu adanya suplai panas yang terus-menerus untuk memenuhi kebutuhan panas laten (590 kal/gr air terevaporasi pada suhu 15⁰C), Tekanan uap di atmosfer di atas obyek yang mengalami evaporasi harus tetap lebih rendah dibandingkan tekanan uap pada permukaan obyek tersebut, dan uap harus dipindahkan, dengan difusi atau konveksi, atau keduanya, dan terdapatnya suplai air yang terus-menerus dari atau melalui bagian dalam tanah ke sisi evaporasi.

Terdapat empat faktor iklim yang mempengaruhi besarnya evaporasi yaitu radiasi matahari, angin, kelembaban, dan suhu (Naumar, 2005).

1. Radiasi matahari, sinar matahari yang mencapai permukaan tanah dapat meningkatkan suhu permukaan tanah sehingga air dalam tanah menguap.
2. Angin, hilangnya air dalam tanah bisa disebabkan oleh terbawanya air berupa uap air angin dan berpindah ke tempat yang lain.
3. Kelembaban, tingkat kelembaban suatu lahan yang tinggi dapat mereduksi potensi kehilangan air pada proses evaporasi.
4. Suhu, suhu permukaan tanah yang tinggi dapat merubah air tanah berubah menjadi uap air dan lepas ke udara bebas.

Selain faktor luar tanah berupa iklim, proses evaporasi juga dipengaruhi faktor yang terdapat dalam tanah itu sendiri. Ketinggian muka air tanah merupakan faktor dalam tanah yang mempengaruhi besar-kecilnya evaporasi. Proses evaporasi yang umumnya terjadi pada daerah permukaan tanah membuat ketinggian muka air tanah menjadi faktor penentu terjadinya evaporasi. Jika muka air tanah dekat dengan permukaan tanah, hisapan pada permukaan tanah akan rendah dan laju evaporasi ditentukan oleh faktor luar. Akan tetapi, saat muka air tanah menjadi lebih dalam dan hisapan pada permukaan tanah meningkat, laju

evaporasi mencapai suatu nilai terbatas berapapun tingginya daya evaporatif luar yang ada (Hillel, 1988).

2.4.6.4 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan gabungan dua istilah yang menggambarkan proses fisika transfer air ke dalam atmosfer, yakni evaporasi air dari permukaan tanah, dan transpirasi melalui tumbuhan. Menurut Wallace, 1995 (dalam Usman, 2004), evapotranspirasi merupakan komponen penting dalam keseimbangan hidrologi. Di lingkungan terestrial, evapotranspirasi merupakan komponen tunggal terbesar siklus air. Oleh karena itu, pengetahuan tentangnya penting dalam manajemen sumberdaya air, pendugaan hasil tanaman, dan dalam mempelajari hubungan antara perubahan penggunaan lahan dan iklim.

Seperti halnya proses evaporasi, besar kecilnya jumlah evapotranspirasi oleh air juga dipengaruhi oleh kondisi iklim seperti radiasi matahari, angin, kelembaban, dan suhu. Akan tetapi kondisi iklim lahan dengan adanya penutupan berupa pohon akan menjadi berbeda dengan lahan terbuka. Pada lahan terbuka proses kehilangan air terjadi melalui proses evaporasi, namun pada lahan yang memiliki penutupan lahan berupa pohon atau vegetasi lainnya, kehilangan air dalam tanah juga bisa diakibatkan oleh penghisapan air oleh tanaman. Tanaman juga dapat menghalangi radiasi matahari ke permukaan tanah yang dapat menyebabkan kehilangan air dalam tanah. Menurut Purwanto (1994), tegakan pinus di alam membuat penetrasi radiasi matahari umumnya hanya terjadi pada tajuk-tajuk pohon pada strata atas dan tengah, sedangkan pohon-pohon pada strata bawah umumnya pada kondisi terlindung. Jumlah pohon yang banyak dan terdiri dari berbagai tingkat pertumbuhan, menyebabkan kelembaban yang tinggi di dalam tegakan, karena seluruh komponen biotik di dalam ekosistem ini secara keseluruhan melakukan proses evapotranspirasi.

Proses evapotranspirasi juga dipengaruhi oleh potensial air tanah seperti gaya osmosis, kapiler dan adsorpsi karena pada proses evapotranspirasi berkaitan erat dengan hubungan antara tanah-air-tanaman. Kehilangan air dari proses evapotranspirasi memerlukan pendekatan terhadap masalah pengambilan air tanah

oleh tanaman yang didasarkan pada terbentuknya sistem yang terintegrasi dan saling terkait satu dengan yang lain. Philip, 1966 (dalam Hillel, 1988) menyatakan sebagai prinsip umum yang bekerja secara konsisten pada seluruh sistem adalah bahwa aliran air selalu terjadi secara langsung dari daerah energi tekanan tinggi ke tekanan rendah. Hal ini disebabkan karena air juga hilang melalui tanaman melalui proses yang kompleks yang dimulai dari masuk ke dalam tanah menuju akar, penyerapan akar kemudian menuju batang, lalu menuju daun, dan terjadilah proses transpirasi berupa pelepasan air yang berasal dari tanah menuju atmosfer.

Menurut penelitian Astuti *et al.* (1998) di KPH Banyumas Timur, nilai evapotranspirasi pinus berkisar pada nilai 22-69 % dari total air hujan yang jatuh. Besarnya nilai evapotranspirasi ini tentu akan menjadi pertimbangan kuat untuk tidak menanam pinus pada lahan yang memiliki curah hujan rendah agar tidak terjadi defisit air pada musim kemarau. Oleh karena itu menanam tanaman pinus akan aman untuk ditanam pada daerah yang mempunyai curah hujan >2000 mm/tahun.

2.4.6.5 Irigasi

Jika hujan yang terjadi sedikit, air harus disuplai dari berbagai sumber guna memenuhi kebutuhan air dari tanaman. Oleh karena itu kegiatan irigasi dianggap perlu dilakukan. Menurut Kusuma (2005), irigasi adalah jumlah air yang ditentukan oleh dua faktor penting yaitu : total air yang diperlukan dari variasi tanaman dan jumlah air hujan yang tersedia bagi tanaman. Irigasi dilakukan guna mencukupi kebutuhan air secara efisien. Efisien yang dimaksud adalah penambahan air dalam jumlah yang tepat, sehingga tidak terjadi pembuangan air secara sia-sia. Untuk mengetahui penambahan air yang efisien, diperlukan suatu pendekatan untuk mengetahui jumlah air yang cukup pada daerah perakaran tanaman untuk dapat menunjang pertumbuhan tanaman secara maksimal.

2.4.6.6 Presipitasi

Menurut Naumar (2005), presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses hidrologi. Jumlah

presipitasi selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Presipitasi adalah salah satu komponen utama dalam siklus air, dan merupakan sumber utama air tawar di planet ini (Anonymous, 2010).

Hujan efektif adalah sebagian air hujan yang jatuh di daerah pertanian dan bermanfaat bagi kebutuhan tanaman atau irigasi. Cuenca (1989), menyatakan bahwa hujan efektif adalah sebagian jumlah hujan yang dapat memenuhi kebutuhan tanaman. Nilai hujan efektif tergantung dari laju hujan, kondisi lengas tanah yang mempengaruhi infiltrasi dan kedalaman zona perakaran. Jumlah hujan yang melimpas keluar dari lahan irigasi dan keluar dari zona perakaran sebagai perkolasi tidak termasuk hujan efektif. Pengertian tentang hujan efektif dianggap penting, karena jika pada musim kemarau, jumlah hujan efektif tentu akan berbeda jumlahnya dengan hujan efektif di musim penghujan sehingga perlakuan terhadap suatu lahan pertanian pun akan berbeda. Diperlukan data curah hujan yang lebih mendetail yang dapat diterima, atau data curah hujan dicatat sedikitnya 10 tahun yang dapat digunakan untuk acuan perencanaan pemenuhan kebutuhan irigasi.

2.4.6.7 Limpasan Permukaan

Pemberian air pada permukaan yang melebihi kemampuan infiltrasi tanah akan menciptakan air bebas yang berkumpul pada permukaan tanah. Jika kondisi lahan yang cenderung berlereng, maka air akan mengalir pada permukaan tanah lain yang lebih rendah. Limpasan permukaan adalah air yang mengalir di permukaan tanah sebagai akibat menurunnya kapasitas infiltrasi tanah (Utomo, 1989). Limpasan permukaan mempunyai energi mengikis dan mengikat partikel-partikel tanah yang telah dihancurkan akibat dari pemadatan tanah yang membuat kemampuan kemampuan infiltrasi menurun. Limpasan permukaan merupakan awal dari terjadinya proses erosi. Sifat aliran permukaan yang berpengaruh terhadap erosi adalah jumlah, laju, kecepatan dan gejolak aliran permukaan (Sucipto, 2007).

1. Jumlah aliran permukaan

Adalah jumlah air yang mengalir di permukaan tanah untuk suatu masa hujan atau masa tertentu dalam tinggi air (mm/cm^2) dan volume air (m^3).

2. Laju aliran permukaan

Adalah jumlah atau volume air yang mengalir melalui suatu titik per detik atau per jam. Laju aliran permukaan dikenal dengan istilah debit.

$$Q = A V$$

dimana :

$$Q = \text{debit air } (\text{m}^3/\text{det})$$

$$A = \text{luas penampang air } (\text{m}^2)$$

$$V = \text{kecepatan aliran } (\text{m}/\text{detik})$$

3. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran permukaan dipengaruhi oleh dalamnya aliran, kekasaran permukaan dan kecuraman lereng. Hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan Manning sebagai berikut :

$$V = R^{2/3} S^{1/2} / n$$

dimana :

$$V = \text{kecepatan aliran } (\text{m}/\text{detik})$$

$$R = \text{radius hidrolok } (\text{m})$$

$$A = \text{luas penampang air } (\text{m}^2)$$

$$S = \text{kecuraman lereng } (\%)$$

$$n = \text{koefisien kekasaran permukaan}$$

4. Gejolak atau Turbulensi

Merupakan peristiwa yang sangat berpengaruh sebagai penyebab erosi dan terjadi waktu air mengalir di permukaan tanah. Sifat gejolak aliran permukaan dalam penelitian ini dinyatakan dalam bilangan Reynolds (Re)

$$Re = UR / \nu$$

dimana :

$$Re = \text{bilangan Reynold}$$

U = kecepatan karakteristik (m/det)

R = radius hidrolok (m)

Menurut Emmet, 1970 (dalam Arsyad, 1989), bila $Re < 500$ akan terjadi aliran laminar, $Re 500-2000$ merupakan aliran transisi dan $Re > 2000$ aliran air bergejolak.

Hutan pinus memiliki kemampuan meresapkan air dalam tanah yang cukup bagus. Menurut Soelistyari dan Utomo, 2002 (dalam Priyono, 2002), kandungan lengas tanah di hutan pinus lebih tinggi daripada kandungan lengas tanah di semak belukar dan tanaman pangan. Semakin tua umur tegakan pinus juga semakin besar kemampuannya untuk meresapkan air kedalam tanah. Hal ini dikarenakan pohon pinus dapat memberikan seresah pada tanah sehingga mengurangi nilai kepadatan tanah dan meningkatkan porositas. Hal ini mengindikasikan bahwa limpasan permukaan yang terjadi di hutan pinus kecil.

2.4.6.8 Drainase

Jika terdapat banyak hujan di suatu lahan dapat menyebabkan tanah berada pada kondisi jenuh dan membuat aerasi tanah menjadi jelek (tidak cukup udara dalam tanah) sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, kelebihan air harus diubah atau dipindahkan melalui kegiatan drainase. Drainase adalah proses pemindahan kelebihan air dari permukaan tanah atau perakaran (Kusuma, 2005).

2.5 Neraca Lengas Tanah

Sifat air tanah yang dinamis memerlukan suatu usaha untuk mengendalikan jumlah air tersedia bagi kelangsungan hidup tanaman. Semua usaha yang dimaksud perlu didasarkan pada pemahaman secara menyeluruh dan secara kuantitatif tentang siklus air dalam tanah. Neraca lengas tanah merupakan istilah detail tentang konversi massa, yang secara sederhana menyatakan bahwa suatu benda tidak dapat diciptakan atau dihilangkan, tetapi hanya dapat berubah dari satu keadaan atau tempat satu ke tempat yang lainnya.

Ne raca lengas tanah merupakan suatu istilah sederhana yang menggambarkan kondisi air dalam tanah. Seperti halnya dengan pernyataan finansial yang menjelaskan tentang pemasukkan dan pengeluaran, adalah suatu hal yang berkaitan dengan kuantitas air dalam tanah yang diberikan, dikurangi, dan disimpan di dalam suatu volume tanah tertentu pada waktu tertentu (Hillel, 1988). Secara sederhana dapat diketahui perubahan simpanan lengas tanah dengan mengurangi jumlah masukkan air dengan kuantitas air yang keluar dari sistem (tanah). Pada umumnya dari sudut pandang ilmu pertanian maupun ekologi tanaman, prinsip sederhana ini digunakan untuk mengetahui kebutuhan air tanaman pada zona perakaran per satuan luas lahan.

2.6 Simpanan Lengas Tanah

Simpanan lengas mencerminkan lapisan air ekuivalen yang dapat disimpan pada profil tanah. Simpanan lengas sangat dipengaruhi oleh sifat air yang dinamis. Simpanan lengas dapat bertambah maupun berkurang tergantung pada proses hidrologi yang terjadi pada lahan tersebut. Simpanan lengas tanah berpengaruh terhadap proses kehilangan air melalui proses evapotranspirasi. Proses ini terjadi saat tanah memiliki kelebihan air, suatu kondisi dimana tanah berada pada kondisi diantara kondisi kapasitas lapangan dengan kondisi titik layu permanen.

Penelitian yang dilakukan oleh Soelistyari dan Utomo, 2002 (dalam Priyono, 2002) mengindikasikan bahwa hutan pinus dapat mengalami proses kehilangan air sebesar 2060 mm atau 87% dari total hujan lahan selama satu tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa penanaman komoditas pinus hendaknya dilakukan pada suatu kawasan yang memiliki curah hujan yang tinggi (2000 mm/tahun). Pada daerah yang memiliki curah hujan sedang (1500-2000mm/tahun) penanaman komoditas pinus disarankan untuk ditumpangsarikan dengan komoditas yang mempunyai evapotranspirasi lebih rendah. Pada daerah yang memiliki curah hujan yang tidak lebih dari 1500 mm/tahun disarankan untuk tidak menanam pinus karena dapat menimbulkan defisit air.

Menurut penelitian Soekotjo (1975), simpanan lengas tanah hutan pinus memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dari lengas tanah hutan jati, semak belukar maupun tanaman pangan. Pada kedalaman yang kurang dari 210 cm memiliki nilai lengas tanah yang relatif baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Dalam keadaan tersebut tanah pada kondisi kapasitas lapangan atau lebih, dan pada musim kemarau baru mengalami perubahan pada kedalaman kurang dari 15 cm. Penelitian tersebut mengindikasikan bahwa perubahan simpanan lengas tanah pada hutan pinus terutama terjadi pada tanah lapisan atas.

Tumbuh-tumbuhan bertipe pohon memiliki pertumbuhan perakaran yang cukup dalam. Dengan demikian, kedalaman efektif lahan yang ditanami pohon akan dalam pula. Kedalaman efektif tanah yang dalam akibat pertumbuhan perakaran memberikan kontribusi terhadap perbaikan sifat fisik tanah seperti perbaikan struktur dan keseimbangan distribusi partikel tanah. Hal ini akan berdampak positif pada kemampuan tanah menahan air pada lahan dengan vegetasi bertipe pohon. Penelitian yang dilakukan oleh Suharto (2006) menunjukkan bahwa tataguna lahan dengan vegetasi pohon memiliki simpanan air sebesar 198 mm, jauh lebih besar jika dibandingkan dengan simpanan air tanah pada lahan terbuka dengan penutupan tingkat semai pada nilai 116 mm. Selain kedalaman efektif yang lebih dalam, masukkan bahan organik dalam jumlah yang lebih banyak pada lahan bertipe pohon memiliki peran meningkatkan kemampuan tanah memegang air. Pada penelitian yang sama, kehilangan air pada proses drainase lahan terbuka tingkat semai memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan simpanan air tanahnya, yaitu sebesar 121 mm. Proses hidrologi lahan terbuka berbeda dengan lahan dengan vegetasi pohon yang memiliki simpanan air sebesar 198 mm dengan jumlah air yang keluar melalui proses drainase sebesar 160 mm.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di kawasan hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Sumber Brantas, tepatnya di Desa Sumbergondo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Lokasi penelitian berjarak ± 15 km dari pusat Kota Malang dengan menempuh jalur darat. Secara geografis lokasi penelitian terletak antara $115^{\circ}17'0''$ sampai dengan $118^{\circ}19'0''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}55'30''$ sampai dengan $7^{\circ}57'30''$ Lintang Selatan. Secara administrasi lokasi penelitian berbatasan dengan empat desa dalam wilayah Kecamatan Bumiaji, sebelah timur berbatasan Desa Pandanrejo, sebelah barat berbatasan dengan Desa Punten, sebelah utara berbatasan dengan Desa Tulungrejo, dan sebelah selatan berbatasan dengan Desa Bulukerto. Sedangkan untuk analisis tanah dilaksanakan di laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Maret 2010 hingga September 2010.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini berupa peralatan pengambilan contoh tanah seperti ring sampel, bor, plastik, sekop, cangkul dan cetok. Peralatan untuk pengamatan kondisi lapangan seperti meteran dan klinometer serta peralatan analisis yang terdapat di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah (Tabel 2).

Tabel 2. Alat dan Bahan Laboratorium

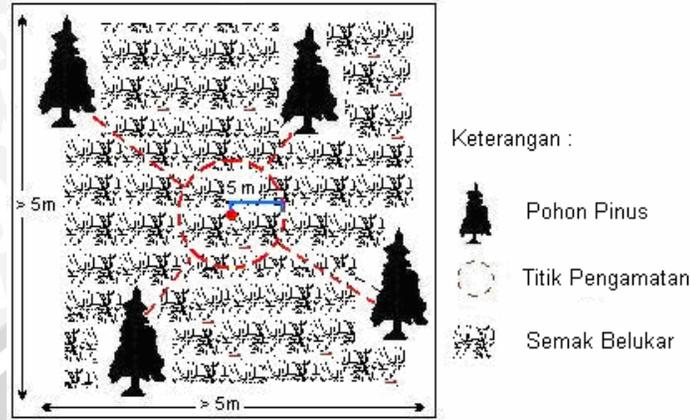
Variabel Pengukuran	Alat dan bahan
Berat Isi Tanah	Silinder, timbangan, plastik, penggaris, karet ikat, kain kasa, oven.
C-Organik	Contoh tanah, timbangan, gelas ukur, pipet, labu erlenmeyer.
Tekstur Tanah	<i>Survey set</i> , segitiga tekstur, labu erlenmeyer, gelas ukur, pipet, <i>hot plate</i> , oven, kaleng timbang.
Berat Jenis Tanah	Labu ukur 100 ml dan air
Kemantapan Agregat	Ayakan, air dan corong
Kandungan air	Oven, busa, baskom, dan air

3.3 Tahapan Penelitian

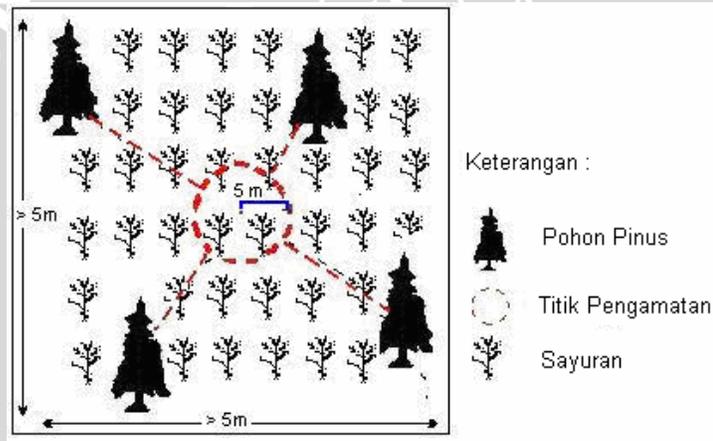
Pada pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu :
 (1) Penentuan Area Pengamatan, (2) Pengamatan Kondisi Aktual Lahan
 (3) Pengambilan contoh tanah (4) Analisis laboratorium, (5) Perhitungan Kadar Air Volume (6) Analisis Data.

3.3.1 Penentuan Area Pengamatan

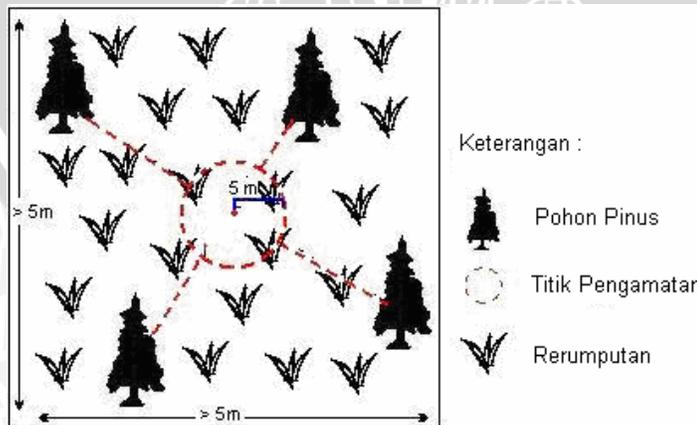
Penentuan area pengamatan didasarkan pada jenis penutupan yang berbeda yaitu pinus-semak belukar, pinus-sayuran dan pinus-sayuran bero. Langkah awal penentuan area pengamatan dilakukan dengan cara menentukan empat pohon pinus yang saling berdekatan, dan antara masing-masing pohon memiliki jarak lebih dari 5 m. Langkah kedua menarik garis diagonal yang menghubungkan pohon pinus dari keempat sudut. Area pengamatan berada pada titik pertemuan garis diagonal hingga radius 5 m dari titik pertemuan tersebut. Berikut skema area pengamatan penelitian (Gambar 5, 6 dan 7):



Gambar 5. Penentuan Titik Pengamatan pada Pinus-Semak Belukar



Gambar 6. Penentuan Titik Pengamatan pada Pinus-Sayuran



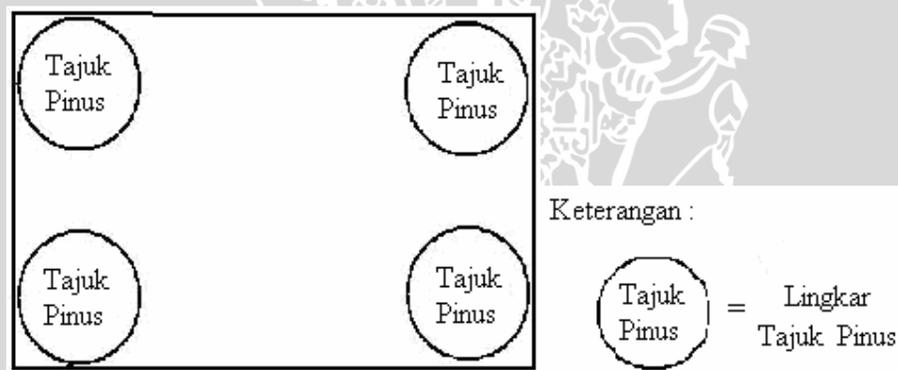
Gambar 7. Penentuan Titik Pengamatan pada Pinus-Sayuran Bero

3.3.2 Pengamatan Kondisi Aktual Area Pengamatan

Pengamatan kondisi aktual area pengamatan meliputi beberapa parameter yaitu : luas area pengamatan, kelerengan lahan, luas penutupan lahan, dan tinggi pohon pinus.

3.3.2.1 Pengukuran Luas Area Pengamatan

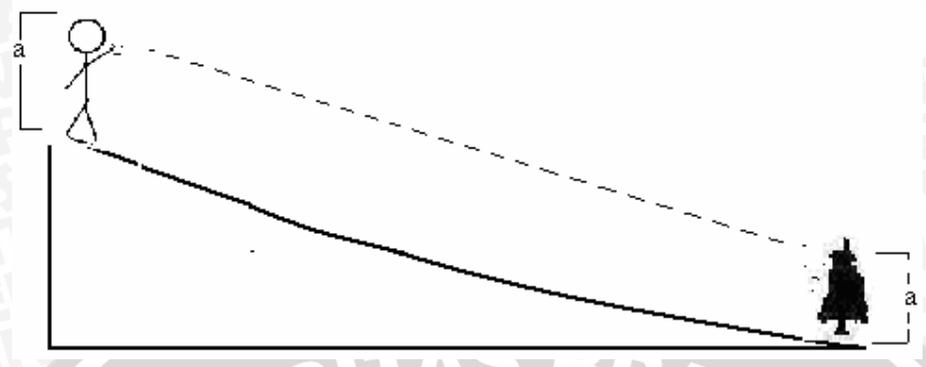
Luas area pengamatan diukur secara manual menggunakan meteran. Setelah ditentukan penggunaan lahan sebagai area pengamatan, diukur panjang dan lebar area pengamatan untuk mengetahui luas masing-masing area pengamatan. Luas tiap jenis penutupan dihitung dari bagian terluar lingkaran tajuk pohon pinus (Gambar 8).



Gambar 8. Tutupan Tanaman Basis

3.3.2.2 Pengukuran Tingkat Kecuraman Lereng

Tingkat kecuraman lereng pada area pengamatan diukur menggunakan alat yang bernama klinometer. Pengukuran tingkat kecuraman lereng dilakukan dengan cara berdiri di bagian ujung area pengamatan yang dipisahkan oleh panjang area pengamatan, lalu membidik pada suatu objek yang memiliki nilai tinggi yang sama dengan pembidik. Nilai yang tercantum pada klinometer berupa satuan persentase atau bagian kanan yang dipakai sebagai acuan penilaian tingkat kecuraman lahan dalam satuan persen (%) (Gambar 9).

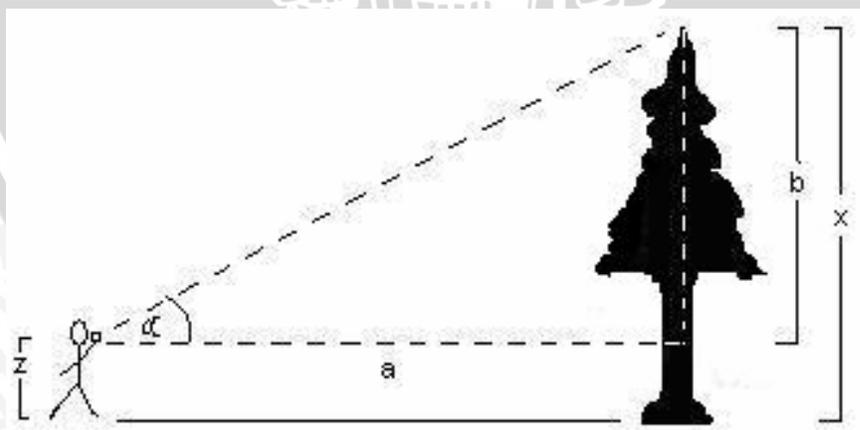


Gambar 9. Cara Mengukur Kecuraman Lereng

3.3.2.3 Pengukuran Tinggi Pohon Pinus

Tinggi pohon pinus juga dapat dilakukan menggunakan klinometer. Pengukuran dilakukan dengan cara membuat serta mengukur jarak dari pohon pinus yang akan diukur (a), lalu membidik bagian ujung paling atas dari pohon pinus menggunakan klinometer. Nilai yang tercantum pada bagian kiri dengan satuan derajat sudut ($^{\circ}$) adalah nilai yang dipakai (α) untuk kemudian dimasukkan kedalam persamaan phitagoras (Gambar 10).

$$\tan \alpha = b/a$$



Gambar 10. Cara Mengukur Ketinggian Pohon Pinus

Setelah didapatkan nilai (b), langkah selanjutnya adalah menambahkan tinggi pembidik (z) untuk mengetahui tinggi pohon pinus dari permukaan tanah (x).

3.3.2.4 Pengukuran Luas Penutupan Lahan

Pengukuran luas penutupan lahan dilakukan dengan cara menjumlahkan luas penutupan tajuk pinus dan luas penutupan tanaman di bawah pohon pinus pada tiap jenis penutupan. Pengukuran persentase penutupan tajuk pinus dilakukan dengan cara mengukur diameter penutupan masing-masing pohon pinus (d) pada tiap jenis penutupan. Setelah diketahui diameter pohon pinus, pengukuran persentase luas penutupan tajuk pinus dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Lb = \pi r^2$$

dimana :

Lb = Luas Penutupan Tajuk Pinus (individu)

$\Pi = 3.14$

r = Jari-jari Penutupan Tajuk Pinus ($1/2$ d)

Luas penutupan tajuk pinus tiap individu dijumlahkan untuk mengetahui penutupan tajuk pinus total pada masing-masing jenis penutupan. Berikut persamaan menghitung luas total penutupan oleh tajuk pinus :

$$Lbt = Lb_1 + Lb_2 + Lb_3 + Lb_4$$

dimana :

Lbt = Luas Total Penutupan Pinus

Lb_n = Luas Penutupan Pinus (Individu)

Luas penutupan di bawah pohon pinus dihitung dengan cara memfoto permukaan lahan pada tiap jenis penutupan. Tiap jenis penutupan dibagi menjadi beberapa petak yang memiliki luasan maksimal 1 m^2 . Setelah difoto, gambar dianalisis untuk mengetahui luas penutupan di bawah pohon pinus menggunakan

Adobe Photoshop CS3 (Lampiran 1). Luas penutupan di bawah pohon pinus dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$L_{tb} = (JP_{bt} \times 1 \text{ m}^2) / JP_t$$

dimana :

L_{tb} = Luas penutupan di bawah Pohon Pinus

JP_{bt} = Jumlah Piksel tanaman dibawah Pinus

JP_t = Jumlah Piksel lahan dalam 1 m^2

3.3.3 Pengambilan Contoh Tanah

Tahapan ini berupa pengumpulan data primer yang diperoleh dari sampling tanah di lapangan. Pengumpulan data primer menggunakan metode pengambilan sampel tanah utuh dan tidak utuh pada berbagai lapisan tanah menurut kedalaman perakaran pinus. Waktu pengambilan sampel dibagi menjadi 2 waktu, yaitu 1 hari setelah hujan turun (tanggal 5 April 2010) dan 1 minggu tidak hujan atau pada tanggal 29 Agustus 2010.

3.3.4 Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Fisika maupun Laboratorium Kimia Tanah meliputi berat isi, c-organik, sebaran pori, tekstur tanah, kemantapan agregat dan kadar air (Tabel 3).

Tabel 3. Macam Analisis Dasar, Metode dan Waktu Pengambilan

Lapisan	Variabel Pengamatan	Metode	Waktu
Seluruh Lapisan	C-Organik, Berat Isi, Sebaran Pori, Tekstur, Kemantapan Agregat dan Kapasitas Lapangan	Walkey & Black, Silinder, Kurva pF, Pipet, Ayakan Basah dan Gravimetrik	1 hari setelah hujan
Seluruh Lapisan	Kondisi air aktual lahan	Gravimetrik	1 hari dan 1 minggu tidak hujan

3.3.5 Perhitungan Kadar Air Volume

Penentuan kadar air volume dilakukan untuk mengetahui persentase volume air yang mengisi tanah. Penentuan kadar air volume menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\phi = W \times \rho_b / \rho_w$$

keterangan :

ϕ = Kadar Air Volume

ρ_b = Berat isi Tanah (g/cm^3)

ρ_w = Berat Jenis Air (g/cm^3)

Nilai W didapatkan dari persamaan berikut :

$$W = B_b - B_k (\text{oven}) / B_k (\text{oven})$$

keterangan :

W = Kadar Air Massa

B_b = Berat Basah (g)

B_k = Berat Kering Oven (g)

Kadar air aktual lahan dihitung dengan menggunakan persamaan kadar air volumetrik. Kadar air volume yang dihitung adalah kadar air aktual 1 hari dan 1 minggu tidak hujan. Nilai yang didapat dikalikan kedalaman dari masing-masing lapisan pada area pengamatan untuk diketahui simpanan lengas tanah aktual dengan kedalaman 1 m pada perakaran pinus.

3.3.6 Perhitungan Simpanan Lengas

Perhitungan simpanan lengas bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang tersimpan pada perakaran pinus, berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung simpanan lengas :

$$S_{\text{total}} = (\phi_x \times D_x) + (\phi_x \times D_x) + \dots + (\phi_x \times D_x)$$

dimana :

S_{total} = Simpanan lengas tanah total masing-masing area pengamatan (mm)

ϕ_x = Kadar air volume aktual pada kedalaman x (cm³)

D_x = Kedalaman masing-masing lapisan tanah (cm)

Setelah didapatkan nilai simpanan lengas tanah aktual pada 1 hari dan 1 minggu tidak hujan, nilai simpanan lengas tanah aktual pada 1 hari setelah hujan terakhir turun dikurangi nilai simpanan lengas tanah aktual pada 1 minggu tidak hujan. Berikut persamaan untuk menghitung selisih simpanan lengas tanah aktual pada periode waktu 1 minggu :

$$S_{selisih} = S_{total\ H+1} - S_{total\ H+7}$$

dimana :

$S_{selisih}$ = Selisih lengas tanah periode waktu 1 minggu

$S_{total\ H+1}$ = Simpanan lengas tanah total pada 1 hari setelah hujan turun

$S_{total\ H+7}$ = Simpanan lengas tanah total pada 1 minggu tidak hujan

3.3.6 Analisis Data

Analisi ragam (anova) mengetahui pengaruh jenis penutupan terhadap parameter pengamatan secara statistik. Apabila uji F dalam analisis ragam nyata, dilanjutkan dengan uji jarak BNT taraf 5%.

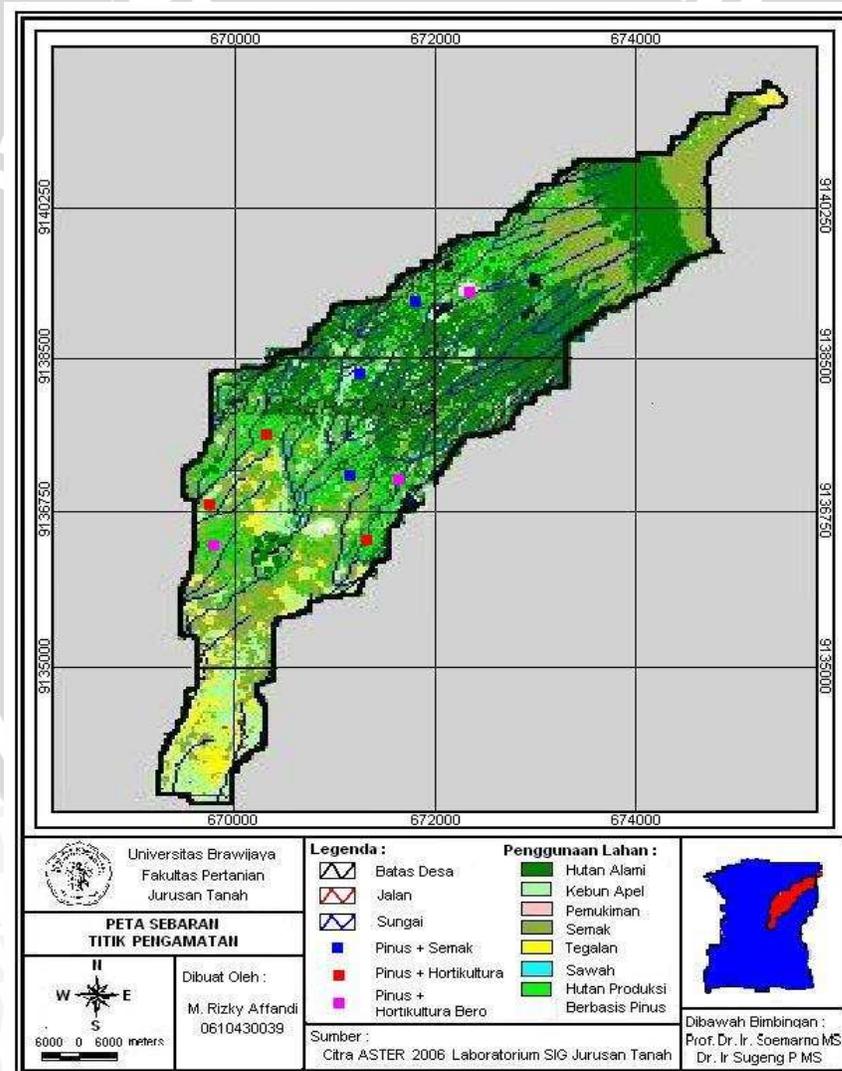
Analisis korelasi dan regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh sebab akibat antar dua parameter, yang keeratannya dinyatakan sebagai koefisien korelasi. Koefisien determinasi (R^2) menyatakan berapa persen data yang mengikuti persamaan regresi tersebut. Analisis korelasi dan regresi menggunakan SPSS 10.00 dan *Microsoft Office Excel* 2003.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Lahan

4.1.1 Pemilihan Area Pengamatan

Berdasarkan klasifikasi penggunaan lahan dari citra ASTER tahun 2006 dan survei langsung, penggunaan lahan yang dipilih sebagai area pengamatan masuk kedalam klasifikasi hutan produksi berbasis pinus (Gambar 11).



Gambar 11. Peta Sebaran Area Pengamatan

4.1.2 Karakteristik Area Pengamatan

Karakteristik lahan pada tiap jenis penutupan disajikan pada Tabel 4. Kelengkapan titik pengamatan masing-masing titik pengamatan bervariasi yang berkisar pada nilai 4% - 30%. Pada jenis penutupan pinus-sayuran memiliki luas rata-rata tertinggi dibandingkan dengan jenis penutupan lainnya yaitu sebesar 65.3 m². Hal ini dikarenakan jarak antar pohon pinus yang cukup lebar akibat dari penggunaan pinus sebagai kayu bakar. Para petani yang pada umumnya berasal dari Desa Sumbergondo dan sekitarnya memotong serta mematikan pohon pinus dengan sengaja agar komoditi sayuran yang mereka tanam tidak mengalami persaingan untuk mendapatkan cahaya matahari secara langsung dengan pohon pinus.

Rata-rata tinggi pohon pinus tidak jauh berbeda pada masing-masing jenis penutupan yang berkisar pada nilai 19 m hingga 23 m. Pohon pinus rata-rata berkisar pada nilai 20 cm – 27 cm. Persamaan nilai rata-rata tinggi dan dbh pohon pinus dipengaruhi oleh waktu tanam pohon pinus yang bersamaan, yaitu pada tahun 1986. Menurut Kissel *et al.* (2004), pohon pinus dengan umur tanam 24 tahun memiliki tinggi 19.7 m dengan diameter 22 cm (Tabel 4).

Tabel 4. Karakteristik Lahan Area Pengamatan

Parameter	Satuan	Jenis Penutupan		
		PKS	PKSa	PKSB
Luas	m ²	26.7	65.3	31.7
Lereng	%	14.7	15.6	15.3
Ketinggian	m dpl	1400 - 1600	1400 - 1600	1400 - 1600
Tinggi Pohon Pinus	m	21.6	18.4	20.4
DbH Pohon Pinus	cm	23.4	19.5	20.1
Penutupan Lahan	m ²	24.64	21.76	27.15

Keterangan :

PKS = Pinus-Semak Belukar

PKSa = Pinus-Sayuran

PKSB = Pinus-Sayuran Bero

Pada luas penutupan lahan, pinus-semak belukar memiliki persentase penutupan tertinggi yaitu 24.64 m² atau 92.33 %, diikuti jenis penutupan pinus-sayuran pada nilai 27.15 m² atau 85.66 %, dan terendah pada jenis penutupan pinus-sayuran pada nilai 21.76 m² atau 33.33 %.

4.1.3 Morfologi Tanah Area Pengamatan

Jenis penutupan pinus-sayuran memiliki ketebalan lapisan I paling tipis dibandingkan dengan kedua jenis penutupan lainnya, yaitu sebesar 23 cm. Lapisan I paling tebal adalah pada jenis penutupan pinus-semak belukar dengan ketebalan 26 cm dan jenis penutupan pinus-sayuran bero pada nilai ketebalan 25 cm. Pada ketiga jenis penutupan memiliki warna yang cenderung gelap (10YR3/1) pada kondisi lembab karena kandungan bahan organik yang tinggi. Pada lapisan I memiliki struktur gumpal membulat dan konsistensi gembur pada kondisi lembab (Tabel 5).

Tabel 5. Morfologi Tanah Area Pengamatan

Jenis Penutupan	Lapisan	Kedalaman (cm)	Warna (Lembab)	Struktur	Konsistensi (Lembab)
PKS	I	0 – 26	10 YR 3/1	Gumpal Membulat	Gembur
	II	27 – 59	10 YR 4/2	Gumpal Membulat	Gembur
	III	60 – 92	10 YR 2/1	Gumpal Membulat	Gembur
	IV	93 – 200	10 YR 7/1	Gumpal Membulat	Teguh
PKSa	I	0 – 25	10 YR 3/1	Gumpal Membulat	Gembur
	II	26 – 57	10 YR 4/2	Gumpal Membulat	Gembur
	III	58 – 90	10 YR 2/1	Gumpal Membulat	Gembur
	IV	91 – 200	10 YR 7/1	Gumpal Membulat	Teguh
PKSB	I	0 – 23	10 YR 3/1	Gumpal Membulat	Gembur
	II	24 – 52	10 YR 4/2	Gumpal Membulat	Gembur
	III	52 – 92	10 YR 2/1	Gumpal Membulat	Gembur
	IV	93 – 200	10 YR 7/1	Gumpal Membulat	Teguh

Keterangan :

PKS = Pinus-Semak Belukar

PKSa = Pinus-Sayuran

PKSB = Pinus-Sayuran Bero

Pada lapisan II, nilai ketebalan lapisan tertinggi pada jenis penutupan pinus-semak belukar dengan 32 cm, dan nilai terendah pada jenis penutupan pinus-sayuran bero dengan ketebalan 28 cm. Pada lapisan ini memiliki warna yang cenderung lebih cerah dibandingkan dengan lapisan I. Nilai *value* dan *chroma* masing-masing adalah 4 dan 2 pada kondisi lembab. Pada lapisan II memiliki struktur gumpal membulat dan konsistensi gembur pada kondisi lembab.

Lapisan III pada jenis penutupan pinus-semak belukar dan jenis penutupan pinus-sayuran memiliki nilai ketebalan yang sama dan tertinggi, yaitu sebesar 42 cm. sedangkan lapisan III pada jenis penutupan pinus-sayuran bero memiliki nilai ketebalan terendah, yaitu 40 cm. Warna lapisan III pada semua jenis penutupan memiliki warna yang paling gelap diantara seluruh lapisan pada tiap-tiap jenis penutupan (10YR2/1). Struktur pada lapisan III adalah gumpal membulat, dengan konsistensi gembur pada kondisi lembab.

Dengan nilai *hue* 10 YR, *value* 7 dan *chroma* 1, lapisan IV memiliki warna yang paling cerah dibandingkan dengan lapisan lainnya pada tiap jenis penutupan. Struktur pada lapisan IV adalah gumpal membulat, dengan konsistensi teguh pada kondisi lembab. Ketebalan lapisan IV jenis penutupan pinus-sayuran memiliki nilai tertinggi, yaitu 110 cm, nilai ketebalan terendah adalah pada jenis penutupan pinus-sayuran bero dan jenis penutupan pinus-semak belukar pada nilai 107 cm.

4.2 Sifat Fisik dan Biologi Tanah Pada Area Pengamatan

4.2.1 Tekstur Tanah

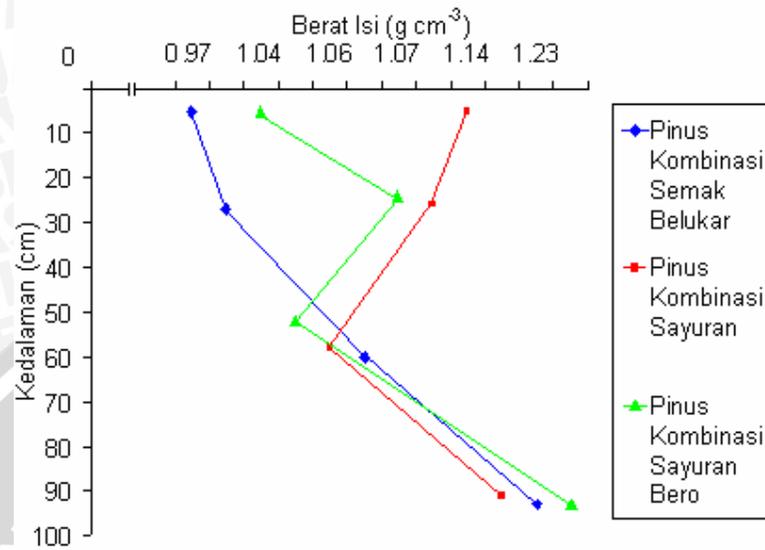
Analisis distribusi partikel tanah pada daerah penelitian dilakukan pada empat lapisan tanah pada masing-masing jenis penutupan. Sebaran distribusi partikel tanah bervariasi pada nilai persentase yang beragam pada tiap fraksinya (Tabel 6). Pada ketiga jenis penutupan di tiap lapisannya memiliki kelas tekstur yang sama, yaitu lempung berdebu. Dengan adanya persentase fraksi debu yang cukup tinggi, membuat simpanan air tanah pada area pengamatan akan tinggi pula (Suharto, 2006).

Tabel 6. Distribusi Partikel Tanah Area Pengamatan

Jenis Penutupan	Lapisan	% Fraksi			Kelas Tekstur
		Pasir	Debu	Liat	
Pinus-semak belukar	I	13	74	13	Lempung berdebu
	II	14	75	11	Lempung berdebu
	II	10	67	21	Lempung berdebu
	IV	20	70	10	Lempung berdebu
Pinus-Sayuran	I	11	82	7	Lempung berdebu
	II	10	81	9	Lempung berdebu
	II	11	72	17	Lempung berdebu
	IV	21	69	10	Lempung berdebu
Pinus-Sayuran Bero	I	11	77	12	Lempung berdebu
	II	12	77	11	Lempung berdebu
	II	11	72	17	Lempung berdebu
	IV	19	68	13	Lempung berdebu

4.2.2 Berat Isi Tanah

Nilai berat isi tertinggi terdapat pada pinus-sayuran bero lapisan IV dengan nilai 1.24 g cm^{-3} , dan nilai berat isi terendah pada pinus-semak belukar lapisan I pada nilai 0.97 g cm^{-3} . Semakin bertambah kedalaman tanah terjadi peningkatan nilai berat isi pada pinus-semak belukar. Sedangkan pada pinus-sayuran tingginya nilai berat isi pada lapisan permukaan membuat penurunan nilai yang terjadi seiring bertambahnya kedalaman hingga lapisan III pada kedalaman 57 cm. Pada pinus-sayuran bero terjadi peningkatan nilai berat isi seiring bertambahnya kedalaman hingga lapisan II atau pada kedalaman 52 cm, dan menurun pada lapisan III. Pada lapisan III dan lapisan IV nilai berat isi memiliki nilai yang relatif sama pada semua jenis penutupan (Gambar 12). Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan jenis penutupan berpengaruh pada berat isi pada lapisan permukaan saja.



Gambar 12. Berat Isi Tanah Area Pengamatan

Selain proses pengolahan lahan, peningkatan nilai berat isi dipengaruhi oleh perbedaan masukkan bahan organik antara lapisan permukaan dengan lapisan yang lebih dalam pada pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero. Tingginya nilai berat isi akan sangat berpengaruh pada kuantitas simpanan air karena ruang pori yang terisi oleh padatan tanah, secara tidak langsung juga berpengaruh pada terhambatnya pertumbuhan tanaman karena proses penetrasi akar kedalam untuk mencari unsur hara sebagai makanan akan terhambat (Koenig, 2003).

Pada lapisan I dan II pada semua jenis penutupan berbeda nyata. Hal ini diakibatkan karena adanya proses pengolahan lahan pada pinus-sayuran dan pinus-sayuran bero yang dapat meningkatkan berat isi tanah pada kedua lapisan tersebut (Tabel 7). Charman dan Murphy (1998) mengungkapkan bahwa terdapat dua penyebab menurunnya kualitas struktur karena aktifitas pertanian, yaitu pencangkulan dan irigasi. Penurunan kualitas struktur tanah akibat kegiatan pencangkulan mengakibatkan terjadinya proses pecahnya agregat menjadi lebih kecil akibat proses penghancuran struktur tanah dan akan membentuk partikel-partikel kecil berupa agregat tipis. Agregat tipis tersebut akan mengisi ruang pori tanah yang kosong sehingga mengurangi porositas tanah yang berdampak pada padatnya tanah.

Tabel 7. Berat Isi Tanah Area Pengamatan

Jenis Penutupan	Berat Isi (g cm^{-3})			
	Lapisan I	Lapisan II	Lapisan III	Lapisan IV
Pinus-Semak Belukar	0.97a	1.02a	1.05	1.23
Pinus-Sayuran	1.14c	1.16c	1.05	1.23
Pinus-Sayuran Bero	1.04b	1.07b	1.06	1.24

Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, $p=5\%$)

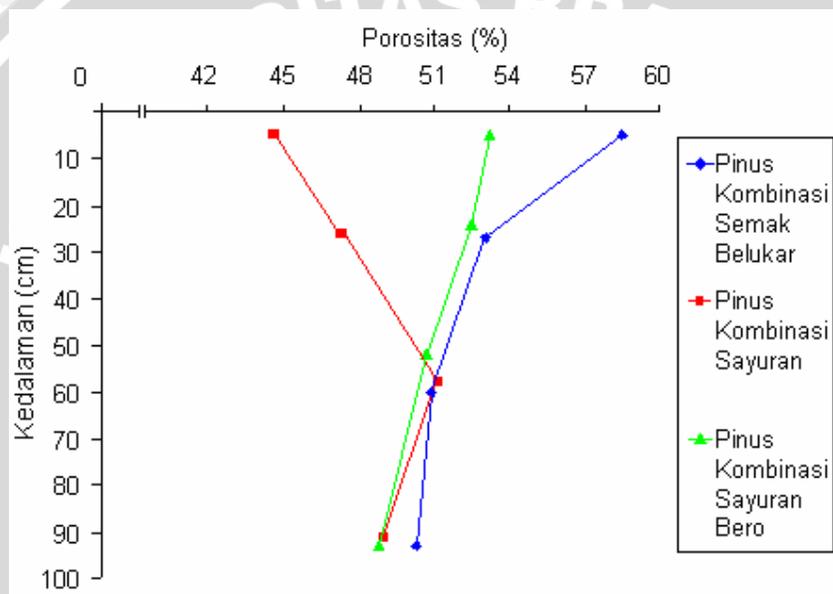
Pada lapisan III dan IV nilai berat isi antar jenis penutupan tidak berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa pengolahan lahan memberikan dampak perubahan berat isi pada lapisan atas (I dan II). Berdasarkan kedalaman, pinus-semak belukar memiliki nilai berat isi yang tidak berbeda nyata antara lapisan II dan III, namun kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I maupun lapisan IV. Pinus-sayuran memiliki nilai yang tidak berbeda nyata antara lapisan I dan II, namun berbeda nyata dengan lapisan III maupun lapisan IV. Pada pinus-sayuran bero memiliki nilai yang tidak berbeda nyata pada lapisan I, II, dan III, namun berbeda nyata dengan lapisan IV (Lampiran 2).

4.2.3 Porositas Total Tanah

Nilai porositas total menggambarkan kondisi ruang pori pada tanah. Jika tanah memiliki nilai porositas yang tinggi, maka tanah tersebut memiliki kemampuan untuk mendistribusikan air dan udara dengan lebih baik sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman secara maksimal. Proses pemadatan adalah salah satu penyebab menurunnya nilai porositas pada tanah, karena tanah yang padat memiliki kecenderungan letak butiran partikel padat tanah yang lebih rapat sehingga nilai porositas tanah menurun.

Nilai porositas tanah tertinggi adalah pada pinus-semak belukar lapisan I dengan nilai 58.48%, dan terendah pada jenis penutupan pinus-sayuran lapisan I pada nilai 44.59%. Semakin bertambah kedalaman, nilai porositas tanah pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero cenderung menurun, namun pada pinus-sayuran terjadi peningkatan porositas seiring dengan bertambahnya kedalaman

hingga kedalaman 57 cm (Gambar 13). Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan masukkan bahan organik yang dapat mengikat partikel tanah sehingga terbentuk agregat yang stabil, stabilnya agregat akan menciptakan ruang pori yang lebih banyak pada lapisan permukaan pada pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero. Gangguan mekanis yang terjadi pada lapisan atas berupa proses pengolahan lahan yang dapat memecah agregat tanah merupakan penyebab lain dari penurunan porositas tanah di pinus-sayuran.



Gambar 13. Porositas Total Tanah Area Pengamatan

Pada lapisan I antar jenis penutupan memiliki perbedaan yang nyata. Pada lapisan II, nilai berat isi pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero menunjukkan perbedaan yang tidak nyata, akan tetapi keduanya berbeda nyata dengan pinus-sayuran. Pada lapisan III dan IV antar jenis penutupan memiliki nilai yang tidak berbeda nyata (Tabel 8). Berdasarkan kedalaman pinus-semak belukar memiliki nilai yang tidak berbeda nyata pada lapisan II dan III, dan kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I maupun lapisan IV. Pinus-sayuran pada lapisan I dan II memiliki perbedaan yang tidak nyata, namun keduanya memiliki perbedaan nyata dengan lapisan III maupun lapisan IV. Sedangkan untuk pinus-sayuran bero pada lapisan I, II dan III memiliki perbedaan yang tidak

nyata, akan tetapi ketiga lapisan tersebut memiliki nilai yang berbeda nyata dengan lapisan IV (Lampiran 2).

Tabel 8. Porositas Total Tanah Area Pengamatan

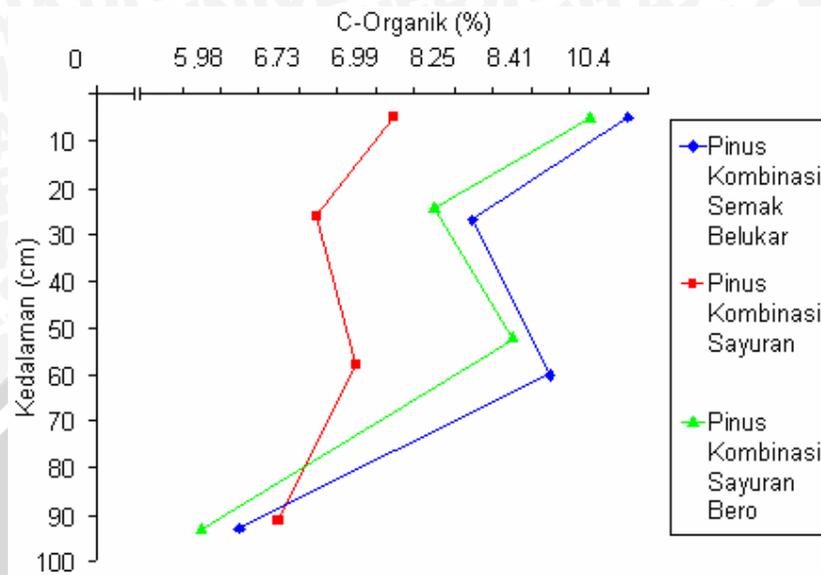
Jenis Penutupan	Porositas Total (%)			
	Lapisan I	Lapisan II	Lapisan III	Lapisan IV
Pinus-Semak Belukar	58.48c	53.03b	50.86	50.24
Pinus-Sayuran	44.59a	47.31a	50.13	48.93
Pinus-Sayuran Bero	53.18b	52.47b	50.65	48.75

Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, $p=5\%$)

Gumpalan agregat tanah yang lebih besar akan menciptakan porositas makro lebih banyak. Agregat kuat dan stabil memiliki kemampuan lebih untuk bertahan dari proses pemadatan tanah sehingga tercipta ruang pori yang cukup yang membuat tanah memiliki nilai porositas tinggi. Pada pinus-sayuran bero, terjadi proses alami peningkatan nilai porositas akibat pengistirahatan tanah dari aktifitas pengolahan yang dapat menurunkan kepadatan tanah (Koenig, 2003).

4.2.4 Bahan Organik Tanah

Nilai tertinggi kandungan c-organik tanah adalah pada pinus-semak belukar lapisan I pada nilai 12,62%, dan nilai terendah pada pinus-sayuran bero lapisan IV dengan nilai 5,98%. Semakin bertambah kedalaman, terjadi penurunan nilai kandungan bahan organik pada semua jenis penutupan (Gambar 14). Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan jumlah masukan bahan organik yang mayoritas sumbernya berada diatas permukaan tanah sehingga distribusi bahan organik pada tanah yang lebih dalam akan berkurang. Dari semua jenis penutupan pada berbagai lapisan, kandungan c-organik memiliki kategori yang cukup tinggi ($< 5\%$) (Anonymous, 1990). Bahan organik dapat meningkatkan porositas dan memperbaiki struktur tanah sehingga dapat memperbaiki hubungan antara air dan udara di dalam tanah (Miller, 1975).



Gambar 14. C-Organik Tanah Area Pengamatan

Pada lapisan I pada semua jenis penutupan memiliki perbedaan yang nyata. Pada lapisan II dan lapisan III pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero tidak memiliki perbedaan yang nyata, akan tetapi kedua jenis penutupan tersebut memiliki perbedaan yang nyata dengan pinus-sayuran (Tabel 9). Pada lapisan IV I pinus-semak belukar dan pinus-sayuran tidak berbeda nyata, namun kedua jenis penutupan tersebut memiliki perbedaan yang nyata dengan pinus-sayuran bero. Berdasarkan kedalaman, seluruh jenis penutupan pada lapisan II dan lapisan III tidak berbeda nyata, akan tetapi kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I dan lapisan IV (Lampiran 2).

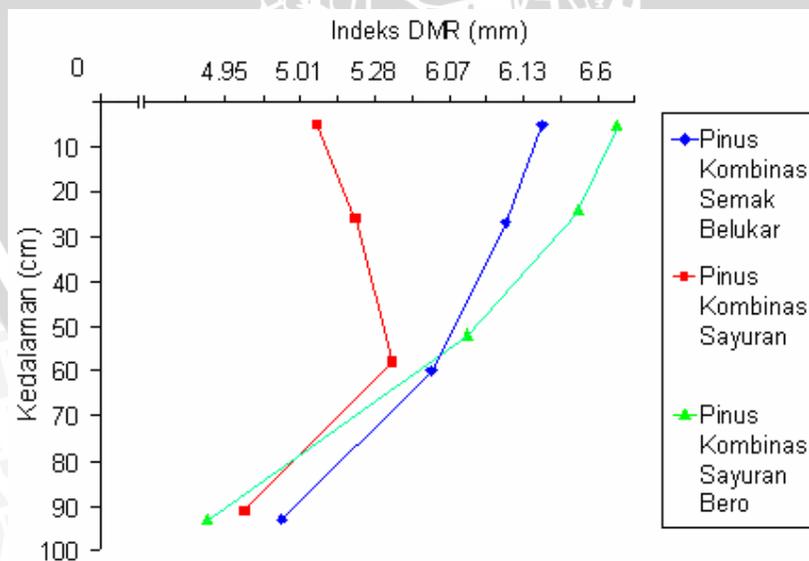
Tabel 9. C-Organik Tanah Area Pengamatan

Jenis Penutupan	C-Organik (%)			
	Lapisan I	Lapisan II	Lapisan III	Lapisan IV
Pinus-Semak Belukar	12.77c	8.27b	8.51	6.71
Pinus-Sayuran	7.14a	6.29a	8.6	6.73
Pinus-Sayuran Bero	10.41b	8.25b	8.41	6.78

Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, p=5%)

4.2.5 Kemantapan Agregat (DMR)

Indeks DMR menunjukkan adanya nilai kemantapan agregat. Nilai indeks DMR terendah secara keseluruhan adalah pada pinus-sayuran pada nilai 5.21 mm dan tertinggi pada pinus-sayuran bero pada nilai 6.28 mm. Proses pengolahan tanah akibat dari aktifitas pertanian pada lapisan I pinus-sayuran dapat mengurangi makroagregat dan meningkatkan mikroagregat (Zheng *et al.* 2004). Pada pinus-semak belukar dan pinus sayuran-bero mengalami penurunan kemantapan agregat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Penurunan kemantapan agregat pada kedua jenis penutupan tersebut dipengaruhi oleh penurunan jumlah agen perekat tanah berupa bahan organik yang semakin bertambah kedalaman jumlahnya akan semakin menurun. Pada pinus sayuran terjadi peningkatan nilai bahan organik hingga kedalaman 57 cm, dan menurun pada kedalaman 98 cm. Pengangkutan sisa hasil panen pada aktifitas pertanian akan menurunkan kandungan bahan organik pada lapisan atas, hal tersebut akan menyebabkan kandungan bahan organik pada lapisan I dan II pinus sayuran memiliki nilai yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan lapisan III. (Gambar 15)



Gambar 15. Indeks DMR Tanah Area Pengamatan

Kemantapan agregat menggambarkan kemampuan tanah bertahan terhadap gaya yang akan merusaknya. Hardjowigeno (1992) menyatakan bahwa tanah dengan struktur baik (agregat stabil) mempunyai tata udara yang baik, unsur hara lebih mudah diolah dan tidak mudah rusak sehingga pori-pori tanah tidak cepat tertutup bila terjadi hujan. Pada masing-masing jenis penutupan memiliki nilai indeks DMR yang bernilai lebih besar dari 2 mm sehingga dikategorikan pada indeks kemantapan yang sangat stabil sekali (Anonymous, 1990). Sistem perakaran yang dalam dan luas dari perkembangan akar pohon pinus merupakan faktor penyebab tingginya indeks DMR pada masing-masing jenis penutupan.

Tabel 10. Indeks DMR Tanah Area Pengamatan

Jenis Penutupan	Indeks DMR (mm)			
	Lapisan I	Lapisan II	Lapisan III	Lapisan IV
Pinus-Semak Belukar	6.28ab	6.13b	6.07	5.01
Pinus-Sayuran	5.24a	5.28a	6.04	4.96
Pinus-Sayuran Bero	6.63b	6.06b	6.09	4.95

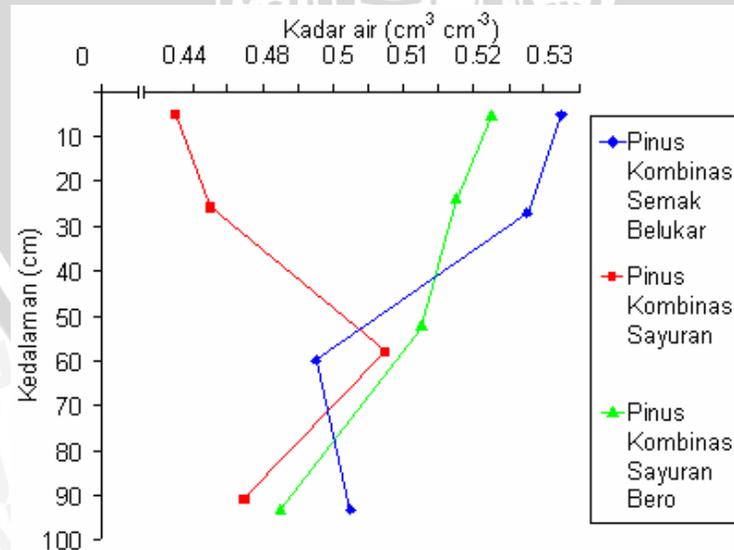
Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, $p=5\%$)

Pada lapisan I berbeda nyata pada semua jenis penutupan. Untuk lapisan II pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero tidak berbeda nyata namun kedua jenis penutupan tersebut berbeda nyata dengan pinus-sayuran. Pada lapisan III dan lapisan IV semua jenis penutupan memiliki nilai yang tidak berbeda nyata (Tabel 10). Sedangkan untuk kedalaman, pinus-semak belukar pada lapisan II dan lapisan III tidak berbeda nyata, akan tetapi kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I maupun lapisan IV. Lapisan I dan lapisan II pinus-sayuran tidak memiliki perbedaan yang nyata, namun kedua lapisan tersebut memiliki perbedaan yang nyata terhadap lapisan III dan lapisan IV. Pada lapisan II dan lapisan III pinus-sayuran bero tidak berbeda nyata, akan tetapi kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I maupun lapisan IV (Lampiran 2).

4.2.6 Karakteristik Air Tanah (Kurva pF)

Terdapat perbedaan kandungan air tanah berbagai jenis penutupan pada beberapa kondisi lengas. Pada kondisi jenuh (pF 0) nilai tertinggi adalah pada pinus-semak belukar pada lapisan I, sedangkan nilai terendah pada lapisan I pinus-sayuran. Rendahnya nilai kadar air pada lapisan I pinus sayuran dipengaruhi oleh proses pemadatan tanah akibat aktifitas pengolahan, sehingga sedikit ruang pori tersisa yang dapat diisi oleh air.

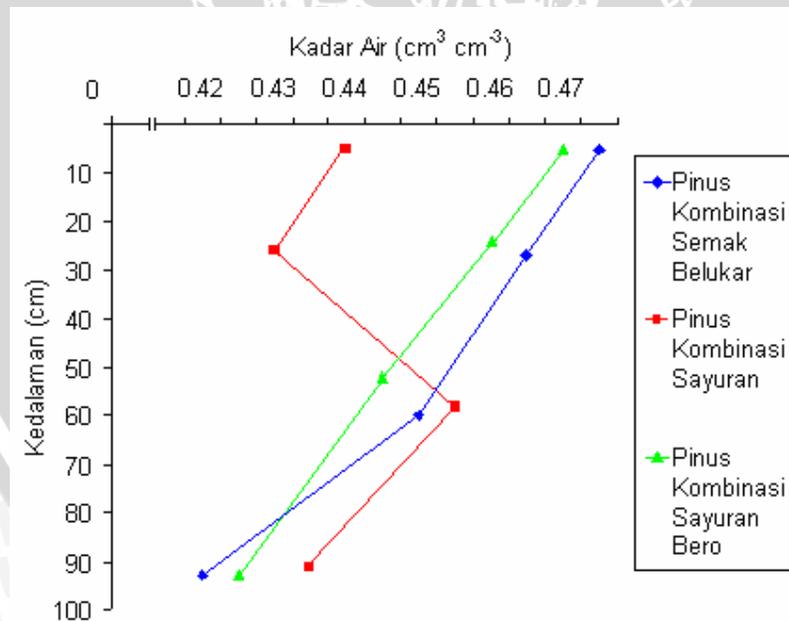
Semakin bertambah kedalaman, kadar lengas pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero pada pF 0 mengalami penurunan, namun pF 0 pada pinus-sayuran terjadi peningkatan kadar lengas seiring dengan bertambahnya kedalaman hingga kedalaman 57 cm dan menurun pada kedalaman 98 cm (Gambar 16). Hal ini dipengaruhi oleh porositas total tanah masing-masing jenis penutupan. Pada pinus-sayuran nilai porositas total lapisan permukaan lebih rendah dibandingkan dengan kedua jenis penutupan lainnya, dan terus menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman. Akan tetapi pada kedua jenis penutupan lainnya porositas total tanah menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman. Kadar air pada pF 0 menggambarkan kondisi porositas total tanah, karena pada pF 0 tanah mengalami kondisi jenuh atau seluruh ruang pori diisi oleh air.



Gambar 16. Kadar Air pada pF 0

Pada pF 0, lapisan I pada semua jenis penutupan berbeda nyata, pada lapisan II pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero tidak berbeda nyata, akan tetapi kedua jenis penutupan tersebut berbeda nyata dengan pinus-sayuran. Untuk lapisan III dan lapisan IV, semua jenis penutupan tidak memiliki perbedaan yang nyata. Sedangkan untuk lapisan, pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero tidak memiliki perbedaan yang nyata antara lapisan III dan IV, akan tetapi kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I dan II. Pada pinus-sayuran bero tiap lapisan masing-masing memiliki perbedaan yang nyata (Lampiran 4).

Pada pF 1 nilai tertinggi pada pinus-semak belukar lapisan I dan nilai terendah pada pinus-semak belukar lapisan IV. Terjadi penurunan kadar lengas pada pinus-semak belukar dan pinus sayuran bero seiring dengan bertambahnya kedalaman, sedangkan pada pinus-sayuran, tanah pada kedalaman 57 cm memiliki kadar lengas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah pada kedalaman diatasnya dan mengalami penurunan kadar lengas pada kedalaman 98 cm (Gambar 17).

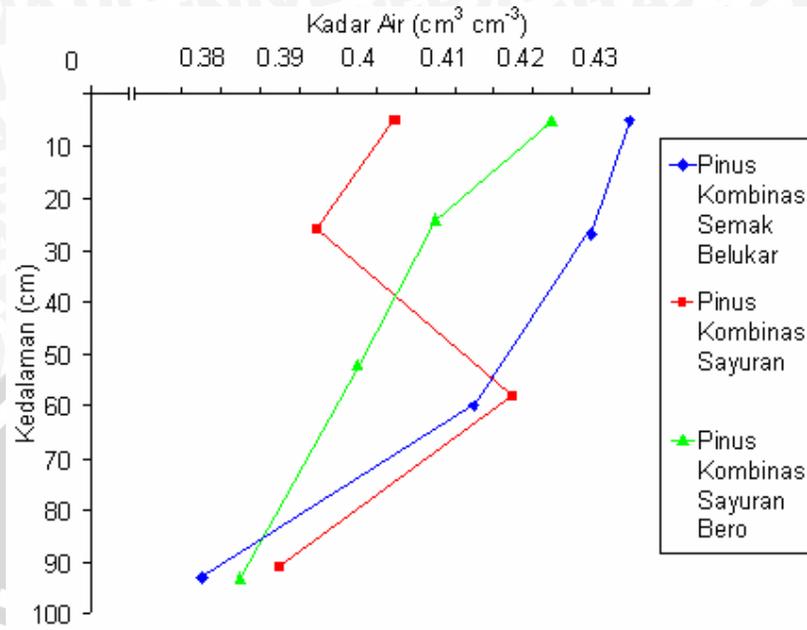


Gambar 17. Kadar Air pada pF 1

Berdasarkan uji BNT taraf 5%, pF 0 pada lapisan I dan lapisan IV pinus-semak belukar tidak berbeda nyata dengan pinus-sayuran bero, akan tetapi kedua

jenis penutupan tersebut memiliki perbedaan yang nyata dengan pinus-sayuran. Sedangkan untuk lapisan II dan III pada semua jenis penutupan tidak memiliki perbedaan yang nyata. Untuk lapisan, pinus-semak belukar memiliki perbedaan yang nyata antar lapisan. Pada pinus-sayuran tidak berbeda nyata antara semua lapisan, sedangkan untuk pinus-sayuran bero lapisan II dan III tidak berbeda nyata, namun kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I dan lapisan IV (Lampiran 3). Seperti halnya dengan kadar lengas pF 0, kadar lengas pF 1 dipengaruhi oleh porositas total tanah.

Pada kondisi kapasitas lapangan (pF 2), mencerminkan banyaknya air maksimal yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya gravitasi. Untuk pF 2, nilai tertinggi terdapat pada pinus-semak belukar. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya sumber dan jumlah masukkan bahan organik pada pinus-semak belukar dibandingkan dengan penggunaan lainnya sehingga dapat mengikat air dalam jumlah yang lebih besar. Nilai terendah pF 2 terdapat pada pinus-sayuran. Penurunan sifat fisik dan minimnya kandungan bahan organik dibandingkan dengan kedua lainnya menyebabkan kandungan air kapasitas lapangan pinus-sayuran pada nilai terendah. Terjadi penurunan kadar lengas pada pinus-semak belukar dan pinus sayuran bero seiring dengan bertambahnya kedalaman, sedangkan pada pinus-sayuran, tanah pada kedalaman 57 cm memiliki kadar lengas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah pada kedalaman di atasnya dan mengalami penurunan kadar lengas pada kedalaman 98 cm (Gambar 18). Hal ini dipengaruhi oleh penurunan sifat fisik berupa peningkatan berat isi serta penurunan porositas (pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero), dan penurunan kemantapan agregat maupun sifat biologi tanah berupa penurunan kandungan bahan organik (semua jenis penutupan) seiring dengan bertambahnya kedalaman yang menyebabkan kemampuan tanah menahan air secara maksimal akan menurun.

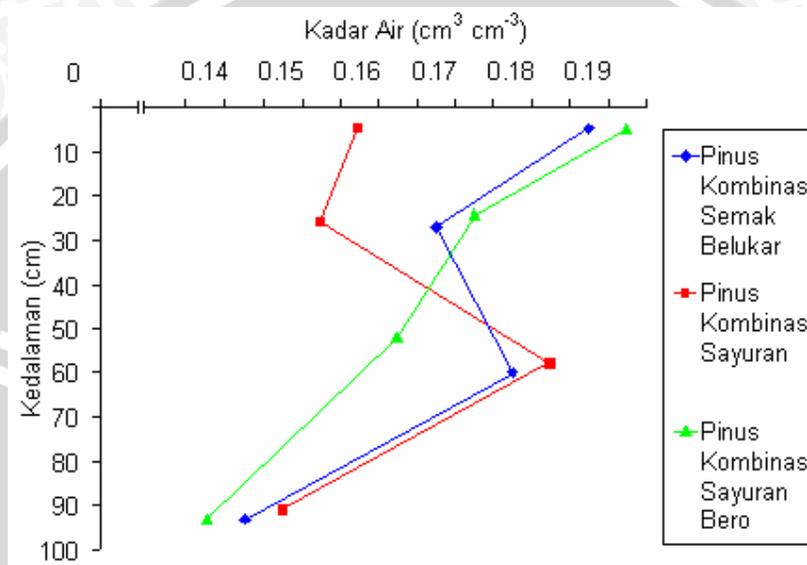


Gambar 18. Kadar Air pada pF 2

Berdasarkan uji BNT taraf 5% pada lapisan I seluruh jenis penutupan memiliki perbedaan yang nyata satu dengan yang lainnya. Pada lapisan II pinus-sayuran dan pinus-sayuran bero tidak memiliki perbedaan yang nyata, namun kedua jenis penutupan tersebut memiliki perbedaan yang nyata dengan pinus-semak belukar. Pada lapisan III dan lapisan IV semua jenis penutupan tidak memiliki perbedaan yang nyata. Berdasarkan lapisan, pinus-semak belukar pada lapisan I, II dan III tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun ketiga lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan IV. Untuk pinus-sayuran antar lapisan tidak berbeda nyata, sedangkan untuk pinus-sayuran bero pada lapisan II dan III tidak berbeda nyata, akan tetapi kedua lapisan tersebut berbeda nyata dengan lapisan I dan IV (Lampiran 3).

Kondisi titik layu permanen (pF 4.2) merupakan suatu kondisi dimana sedemikian rendahnya kandungan air yang menyebabkan tanaman tidak dapat menghisap air tanah. Pada pF 4.2 pinus-sayuran bero pada lapisan IV memiliki nilai terendah, sedangkan nilai tertinggi pada pinus-sayuran bero pada lapisan I. Pada pinus-semak belukar penurunan kadar lengas terjadi seiring dengan

bertambahnya kedalaman, namun pada dua jenis penutupan lainnya pada kedalaman 57 cm memiliki kadar lengas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah pada kedalaman di atasnya, dan mengalami penurunan kadar lengas pada lapisan IV atau pada kedalaman 98 cm (Gambar 19).

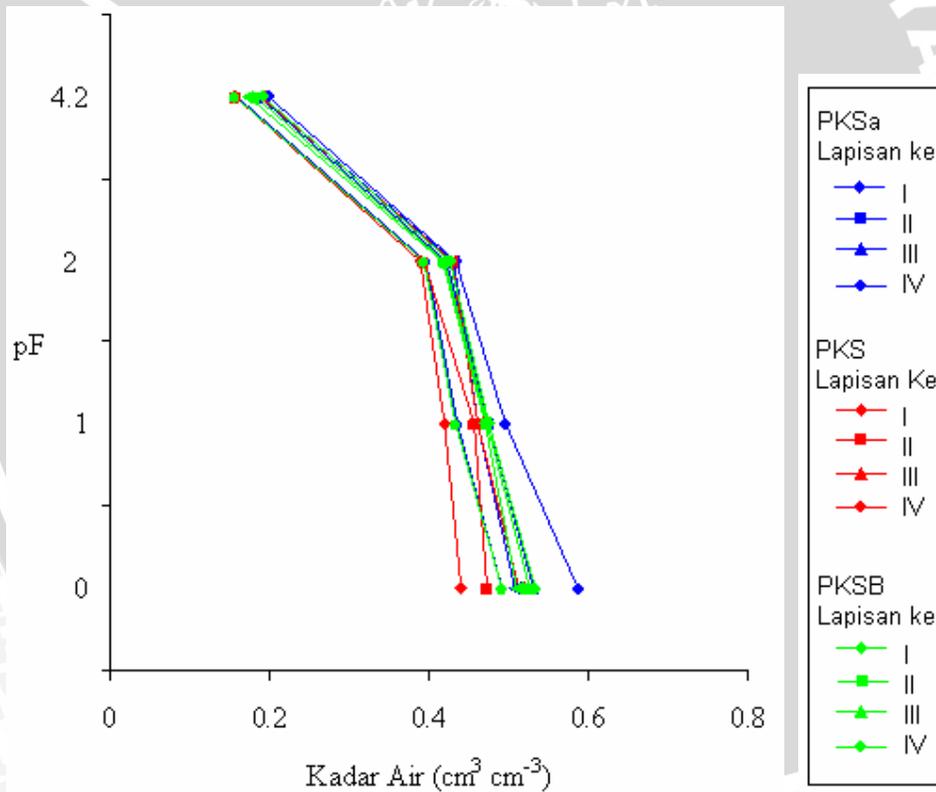


Gambar 19. Kadar Air pada pH 4.2

Tingginya kadar air pada pH 4.2 pada lapisan I pinus-sayuran bero dipengaruhi oleh tingginya kandungan bahan organik sehingga tanah dapat mengikat air lebih maksimal. Pada lapisan I dan lapisan II pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero tidak berbeda nyata, namun kedua jenis penutupan tersebut memiliki perbedaan yang nyata dengan pinus-sayuran. Sedangkan pada lapisan III seluruh jenis penutupan memiliki perbedaan yang nyata satu dengan yang lainnya, sedangkan untuk lapisan IV semua jenis penutupan tidak memiliki perbedaan yang nyata. Sedangkan untuk lapisan, pada pinus-semak belukar lapisan I, II dan III serta pinus-sayuran lapisan I, II dan IV tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar lapisannya, namun ketiga lapisan pada masing-masing jenis penutupan tersebut berbeda dengan lapisan IV dan lapisan III. Pada pinus-sayuran bero memiliki perbedaan nyata antar seluruh lapisan pada jenis penutupan tersebut. Penurunan kadar lengas terjadi di semua jenis penutupan pada pH 4.2. Seperti pada pH 2,

penurunan kadar lengas pada pF 4.2 dipengaruhi oleh penurunan sifat fisik maupun biologi tanah seiring dengan bertambahnya kedalaman yang menyebabkan kemampuan tanah menahan air akan menurun.

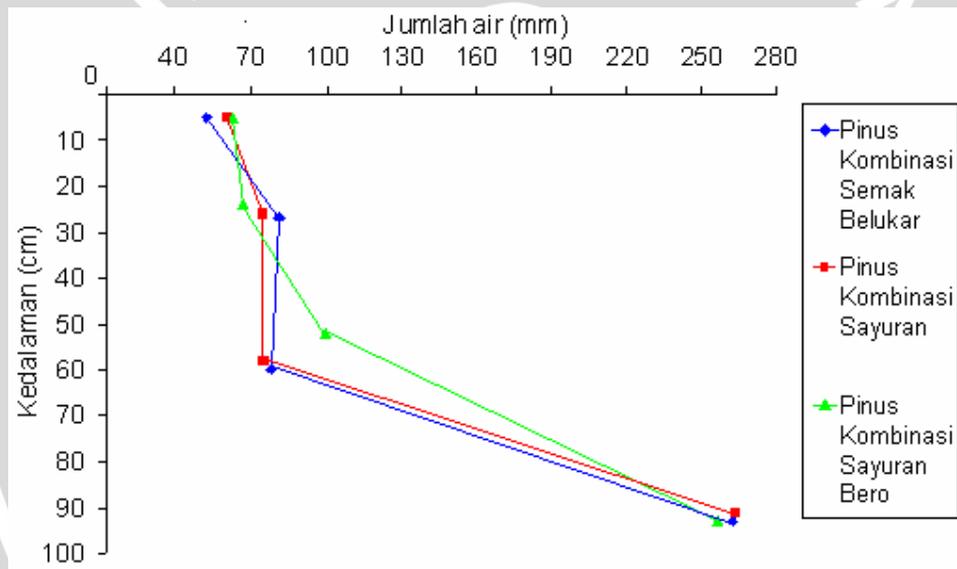
Terdapat nilai kadar lengas dengan perbedaan yang cukup bervariasi pada pF 0 dan pF 1 di semua jenis penutupan. Hal ini dipengaruhi oleh porositas total tanah yang memiliki nilai bervariasi pada semua jenis penutupan di setiap lapisannya. Pada pF 2, kadar lengas tanah semua jenis penutupan memiliki nilai serta penurunan kadar lengas pada pF 4.2 yang relatif sama (Gambar 20). Hal ini dipengaruhi oleh persamaan penurunan semua sifat fisik dan sifat biologi tanah pada seluruh jenis penutupan pada tiap lapisan yang menyebabkan kadar lengas pada pF 2 dan kadar lengas pada pF 4.2 memiliki nilai yang relatif sama.



Gambar 20. Kurva Karakteristik Air Tanah

Air tersedia bagi tanaman merupakan selisih dari kandungan air kapasitas lapangan (pF 2) dengan kandungan air pada titik layu permanen (pF 4.2). Jumlah

air tersedia bagi tanaman pada suatu lahan mencerminkan kondisi kesuburan tanah. Tanah yang dapat mengikat air dalam jumlah yang cukup banyak, belum tentu dapat dimanfaatkan secara keseluruhan oleh tanaman, karena sebagian dari air akan tetap tinggal dalam tanah. Secara umum kadar air tersedia bagi tanaman pada tiap lapisan semua jenis penutupan memiliki selisih nilai yang tidak lebih dari 2 % dari volume tanah total (Lampiran 5). Hal ini dipengaruhi oleh persamaan kelas tekstur masing-masing lapisan semua jenis penutupan sehingga tanah pada tiap lapisan masing-masing jenis penutupan memiliki nilai kadar air tersedia yang tidak jauh berbeda.



Gambar 21. Jumlah Air Tersedia Area Pengamatan

Jumlah air tersedia tertinggi pada pinus-sayuran pada lapisan IV dengan nilai 264 mm dan terendah pada pinus-sayuran bero lapisan I pada nilai 52.13 mm (Lampiran 5). Secara umum jumlah air tersedia tertinggi pada lapisan IV pada semua jenis penutupan. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan lapisan IV yang memiliki nilai ketebalan tertinggi dari lapisan lainnya. Peningkatan jumlah air tersedia seiring bertambahnya kedalaman tanah (Gambar 21). Hal ini dipengaruhi oleh semakin bertambahnya ketebalan tanah seiring bertambahnya kedalaman, dengan demikian tanah dapat menyimpan air lebih banyak. Selain kadar air

tersedia, perbedaan jumlah air tersedia dipengaruhi oleh ketebalan tiap lapisan pada masing-masing jenis penutupan. Semakin tinggi kadar lengas dan semakin tebal lapisan menyebabkan jumlah air tersedia pada lahan tersebut akan semakin banyak.

4.3 Simpanan Lengas Tanah Periodik

Simpanan lengas periodik dihitung untuk mengetahui selisih simpanan lengas tanah dari berbagai lapisan pada mintakat perakaran pinus pada interval waktu 1 minggu tidak hujan (Lampiran 6). Pada pinus-semak belukar memiliki simpanan lengas sebesar 947.2 mm setelah hujan, dan simpanan lengas sebesar 936.18 mm setelah 1 minggu tidak hujan (Tabel 11). Vegetasi pada pinus-semak belukar yang lebih rapat memberikan masukkan bahan organik dalam jumlah yang lebih banyak pula sehingga kemampuan meresapkan dan menahan air pada jenis penutupan ini paling tinggi. Penutupan lahan yang lebih rapat juga dapat menciptakan kondisi paling lembab diantara semua jenis penutupan lainnya karena dapat menghalangi sinar matahari untuk jatuh langsung ke permukaan tanah yang dapat menguapkan air pada proses evaporasi.

Tabel 11. Simpanan Lengas Periodik Total Area Pengamatan

Jenis Penutupan	Simpanan Lengas (mm)	
	W1	W2
Pinus-Semak Belukar	947.2	936.18
Pinus-Sayuran	706.8	661.22
Pinus-Sayuran Bero	918.7	906.03

Keterangan :

W1 = 1 hari setelah hujan

W2 = 1 minggu tidak hujan

Pinus-sayuran bero memiliki simpanan lengas sebesar 918.7 mm setelah hujan, dan 906.03 mm setelah 1 minggu tidak hujan. Nilai simpanan lengas tersebut memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pinus-sayuran yang memiliki simpanan lengas sebesar 706.8 mm dan menurun hingga 661.22 mm pada interval waktu 1 minggu tidak hujan. Pada pinus-sayuran, rendahnya

simpanan lengas terjadi akibat penurunan sifat fisik tanah proses pengolahan lahan dan minimnya penutupan lahan. Proses pengolahan lahan serta tingginya energi kinetik air hujan dapat menghancurkan agregat tanah yang dapat meningkatkan nilai berat isi. Peningkatan nilai berat isi mencerminkan peningkatan kepadatan tanah sehingga ruang pori yang tersedia bagi air maupun udara menjadi berkurang.

Penurunan simpanan lengas tertinggi terjadi pada lapisan I dan lapisan II pinus-sayuran (Tabel 12). Nilai penurunan tertinggi pada pinus-sayuran diakibatkan perbedaan penutupan lahan oleh vegetasi yang mengakibatkan proses evaporasi yang terjadi memiliki nilai paling tinggi dibandingkan dengan kedua jenis penutupan lainnya. Pada lapisan I dan lapisan II merupakan lapisan yang memiliki pengaruh paling tinggi terhadap proses kehilangan air akibat proses evaporasi. Hal ini mengindikasikan bahwa proses evaporasi pada lahan hanya berpengaruh pada permukaan tanah. Uji statistik menunjukkan bahwa pada lapisan I dan lapisan II, pinus-semak belukar dan pinus-sayuran bero berbeda nyata dengan pinus-sayuran. Sedangkan pada lapisan III dan lapisan IV ketiga jenis penutupan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Tabel 12. Selisih Simpanan Lengas Periodik Area Pengamatan

Jenis Penutupan	Simpanan Lengas (mm)			
	Lapisan I	Lapisan II	Lapisan III	Lapisan IV
Pinus-Semak Belukar	2.08a	2.97a	1.65	4.32
Pinus-Sayuran	20b	19.2b	1.98	4.4
Pinus-Sayuran Bero	1.84a	2.61a	2.87	5.35

Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, p=5%)

Selain proses evaporasi, ketebalan masing-masing lapisan pada tiap jenis penutupan mempengaruhi simpanan lengas. Dengan penurunan kadar lengas yang relatif sama, serta total penutupan lahan paling tinggi, pinus-semak belukar mengalami penurunan simpanan lengas yang lebih tinggi dibandingkan pinus-

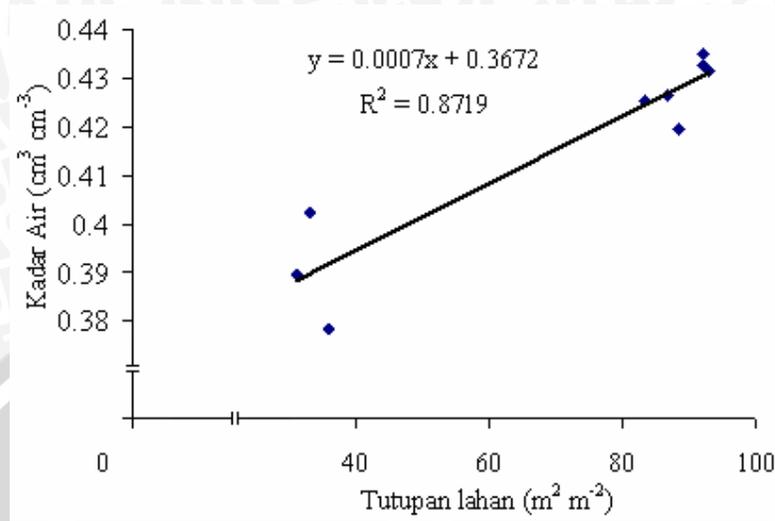
sayuran bero. Hal ini diakibatkan karena ketebalan lapisan I dan lapisan II pada pinus-sayuran bero lebih tebal sehingga penurunan simpanan lengasnya memiliki nilai yang lebih tinggi.

Simpanan lengas merupakan salah satu indikator kesuburan tanah. Tanah yang memiliki simpanan lengas tanah cukup dapat menyuplai kebutuhan air pada tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang. Pada penelitian ini, pinus-semak belukar merupakan jenis penutupan lahan yang memiliki kemampuan menyimpan air paling tinggi jika dibandingkan dengan pinus-sayuran dan pinus-sayuran bero. Simpanan air yang cukup di kawasan hulu daerah aliran sungai pada musim penghujan akan sangat berguna pada musim kemarau, karena simpanan lengas pada kawasan hulu akan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air manusia sehari-hari pada musim kemarau.

4.4 Pembahasan Umum

4.4.1 Hubungan Tutupan Lahan dengan Kadar Lengas Tanah

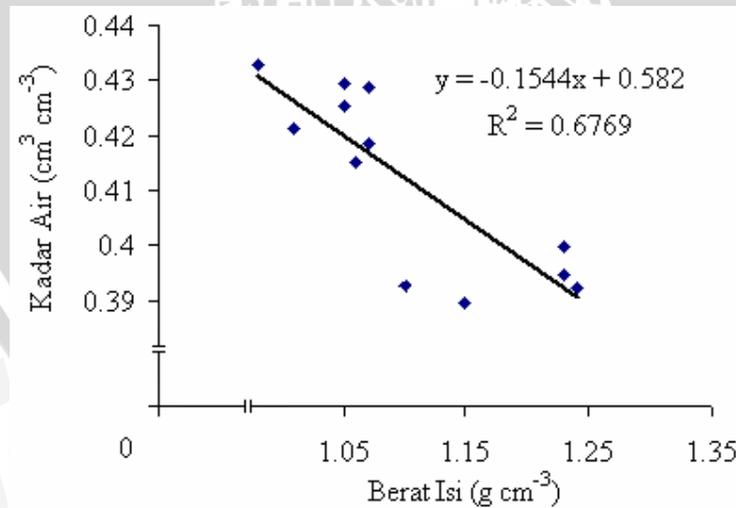
Perbedaan luasan penutupan masing-masing jenis penutupan menjadi salah satu penyebab penurunan kualitas sifat fisik yang menyebabkan adanya perbedaan lengas pada masing-masing jenis penutupan. Pada uji regresi hubungan antara tutupan lahan dengan lengas tanah diperoleh nilai R^2 sebesar 0.87 (Gambar 22). Nilai R^2 pada uji regresi menunjukkan hubungan linier antara kedua parameter tersebut. Menurut Noordwijk *et al.* (2004), tutupan lahan oleh vegetasi berperan sebagai interseptor air hujan sehingga dapat mereduksi daya pukul terhadap tanah yang berakibat pada pecahnya agregat sehingga dapat memadatkan tanah, serta masukkan bahan organik yang dapat memperbaiki porositas tanah untuk memperbaiki kemampuan tanah.



Gambar 22. Hubungan antara Tutupan Lahan dengan Lengan Tanah

4.4.2 Hubungan Berat Isi dengan Kadar Lengan Tanah

Sifat fisik tanah berupa berat isi dapat meningkat saat dilakukan proses pengolahan tanah dalam aktifitas pertanian. Peningkatan berat isi akan menurunkan jumlah porositas dalam tanah, sehingga ruang pori yang dapat diisi oleh air maupun udara akan berkurang.

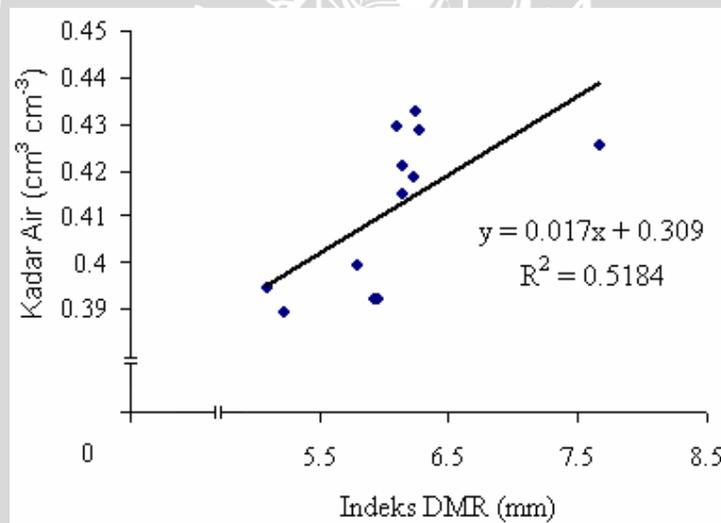


Gambar 23. Hubungan antara Berat Isi dengan Lengan Tanah

Diperoleh nilai $R^2 = 0.6769$ pada hubungan antara berat isi dengan kadar lengas (Gambar 23). Nilai R^2 pada uji regresi menunjukkan adanya hubungan linier antara berat isi dengan lengas. Semakin tinggi nilai dari berat isi tanah, maka lengas tanah tersebut akan semakin rendah. Tingginya nilai berat isi menyebabkan tanah semakin padat, sehingga ruang pori yang dapat diisi oleh air semakin menurun.

4.4.3 Hubungan Kemantapan Agregat Terhadap Kadar Lengas Tanah

Pada uji regresi antara kemantapan agregat dengan lengas tanah menunjukkan adanya hubungan yang linier antara kedua parameter tersebut. Hal ini ditunjukkan oleh nilai R^2 antara kemantapan agregat dengan lengas sebesar 0.5184 (Gambar 24).

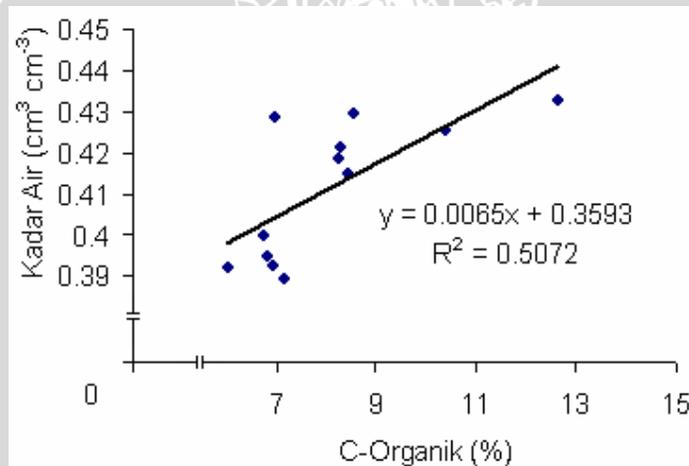


Gambar 24. Hubungan antara Kemantapan Agregat dengan Lengas Tanah

Semakin tinggi kemantapan agregat maka lengas tanah juga semakin tinggi. Agregat yang mantap akan membentuk bidang belah yang menciptakan ruang pori dalam tanah. Dengan semakin banyaknya ruang pori, maka air yang dapat ditampung semakin banyak pula.

4.4.4 Hubungan Bahan Organik Terhadap Kadar Lengas Tanah

Diperoleh nilai R^2 sebesar 0.5 pada uji regresi hubungan antara bahan organik dengan lengas tanah (Gambar 25). Nilai koefisien R pada uji regresi menunjukkan hubungan yang linier antara bahan organik dengan lengas tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka semakin tinggi pula kadar lengas. Bahan organik sangat berpengaruh terhadap perbaikan sifat-sifat tanah dan pertumbuhan tanaman. Soepardi (1983) mengemukakan bahwa bahan organik memiliki pengaruh pada hampir semua sifat fisik tanah. Perbaikan sifat fisik tanah berupa peningkatan nilai porositas tanah dapat menyediakan ruang bagi perakaran tanaman untuk mempermudah menembus tanah sehingga tanaman dapat tumbuh lebih maksimal (Allen, 2003)



Gambar 25. Hubungan antara Bahan Organik dengan Lengas Tanah

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbedaan penutupan lahan dibawah tegakan pinus memiliki pengaruh terhadap simpanan lengas tanah. Jenis penutupan pinus-semak belukar merupakan jenis penutupan yang memiliki simpanan lengas paling tinggi yaitu 947.2 mm 1 hari setelah hujan, dan 936.18 mm setelah 1 minggu tidak hujan.
2. Tipe penutupan lahan di bawah tanaman pinus berupa semak belukar, dan kerapatan penutupan lahan sebesar 92.33 % membuat lahan pinus-semak belukar menjadi lahan yang paling efektif dalam menyimpan air dalam tanah.

5.2 Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan simpanan lengas tanah pada interval waktu yang lebih panjang untuk mendapatkan selisih lengas yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achrom, M. 2004. Keanekaragaman Arthropoda pada Hutan Pinus dan Eucalyptus di AEK Nauli Simalungun. Tesis USU. Medan.
- Allen, H. 2003. *Arboreal Histosols in old-growth Coast Redwood Forests, northern California: genesis, Soil Nutrient Availability, and Water Cycling Studies*. University of California, Davis, CA.
- Anonymous. 1990. Penuntun Fisika Tanah. Bogor.
- Anonymous. 1995. diakses dari www.terragis.bees.unsw.edu.au/terraGIS_soil/images/water_fig_6.jpg.
- Anonymous, 2004. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Badan Penelaahan dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Anonymous. 2006. diunduh dari *Soil and Water Journals*. [www.fao.org/docrepR4082Er4082e03.htm](http://www.fao.org/docrep/R4082Er4082e03.htm).
- Anonymous. 2009. diakses dari www.google.co.id/imglanding?q=pine+roots&um=&hl=id&sa=N&tbs=isch:1&tbnid=KY2qp3ayihRjM:&imgrefurl=http://namibsands.wordpress.com/2009/07/27/a-brief-introduction-to-the-littlewort-trail-in-the-newlandsforest/&imgurl=http://namibsands.files.wordpress.com/2009/07/newlands_forest_roots.jpg
- Anonymous. 2010. diunduh dari <http://en.wikipedia.org/wiki/Evaporation>.
- Anonymous. 2010. diunduh dari http://en.wikipedia.org/wiki/Precipitation_%28meteorology%29.
- Asdak, C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai . Gajah Mada University Press. 571.
- Astuti, S., Soedjoko, Suyono, dan Darmadi. 1998. Kajian Neraca Air di Hutan Pinus, di KPH Banyumas Timur. UGM. Yogyakarta.
- Ball, J. 2008. Soil and Water Relatinonship. Information Sheet www.cru.cache.wsu.edu/CEPublicationspnw0475.html Diakses pada 2 Desember 2010. Jakarta
- Buckman, H.,O., dan Brady, N., C. 1982. Ilmu Tanah. Bhrata Karya Aksara. Jakarta.

- Caolli. 1967. *Irrigation Theory and Practice*. Vicas Publication House. New Delhi.
- Charman, P. E. V., and Murphy, B. W. 1998. *5th edition, Soils, Their Properties and Management*. Oxford University Press. Melbourne.
- Cuenca, H. R. 1989. *Irrigation System Design an Engineering Approach*. Department of Agriculture Engineering. Oregon State University. Prentice Hall Englewood Cliffs. New Jersey.
- Francis, C. 2010. Chris Francis Landscapes. Diakses dari www.chrisfrancislandscapes.com
- Fraser, M. 2002. diakses dari <http://www.jhaa.org/articles/tree-root-systems.htm>.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1992. *Ilmu Tanah*. Edisi ketiga. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta. 233 halaman
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo. Jakarta.
- Helie, J. F. 2005. *From Impacts to Adaptation: Canada in a Changing Climate 2007*. diunduh dari http://adaptation.nrcan.gc.ca/assess/2007/ch8/images/fig11_e.jpg
- Hermansyah, A. 1980. *Studi Variasi Bentuk Batang Pinus merkusii Jungh et de vriese di Kelompok Hutan Lampahan Aceh Tengah*. UGM, Yogyakarta.
- Hidayat, A. 2001. *Mengatur Pemberian Air*. Modul Program Keahlian Budidaya Tanaman. diunduh dari http://bos.fkip.uns.ac.id/pub/ono/pendidikan/materi-kejuruan/pertanian/budi-daya-tanaman/mengatur_pemberian_air.pdf
- Hillel, D. 1988. *Pengantar Fisika Tanah*. Edisi Pertama Terjemahan Robiyanto H.S dan Rahmad H.P. Mitra Gama Widya. Yogyakarta.
- Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press. San Diego. CA.
- Islami, T., dan Utomo, W., H. 1995. *Hubungan Tanah Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang
- Istomo. 2000. *Kajian Faktor Lingkungan Fisik Pinus merkusii Jungh et de Vries Ras Kerinci di Resort KSDA Bukit Tapan, Kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat, Jambi*. Jurnal Media Konservasi Volume VII, No. 1, Desember 2000, Halaman 9.

- Kissel, D. E., Cabrera, M. L., Vaio, N., Craig, J. R., Remo, J. A., and Morris, L. A. 2004. *Rainfall Timing and Ammonia Loss from Urea in a Loblolly Pine Plantation*. SSSAJ. 68 ; 1744-1750, USA.
- Kaimuddin. 1994. Kajian Model Pendugaan Intersepsi Hujan Pada Tegakan *Pinus merkusii*, *Agathis loranthifolia* dan *Schima wallichii* di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi. Thesis Program Pascasarjana. IPB.
- Kusuma, Z. 2005. Penentuan Kebutuhan Air Irigasi Praktis. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Koenig, R. 2003. *Solutions to Soil Problems*. Utah State University.
- Miller, D. 1975. *Effects of Daily Irrigation and Water Content and Suction Profiles in Soils of Three Texture soils*. SSSAJ. 34. 1975.
- Naumar, A. 2005. Analisa Air Danau Maninjau Ditinjau Dari Data Curah Hujan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Bung Hatta. Jakarta.
- Noordwijk, M., Fahmuddin, A., Suprayogo, D., Hairiah, K., Pasya, G., Verbisti, B., dan Farida. 2004. Peranan Agroforestri Dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai. Jurnal AGRIVITA Volume 26 No 1. Maret 2004. Hal. 43-47.
- Notohadiprawiro, T. 1998. Tanah dan Lingkungan. Direktorat Jendral Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta
- Purwanto, E. 1994. Benarkah Hutan Pinus Boros Air? Duta Rimba. Edisi 163-164 Hal 36-38.
- Pramono, I. F. 2001. Kesesuaian Iklim Untuk Tanaman Pinus (*Pinus merkusii*). Laporan Final Hasil Penelitian Kerjasama antar Perum Perhutani dengan BTPDAS Surakarta.
- Priyono, C.N.S. 2002. Ekstraksi hasil-hasil Penelitian tentang Pengaruh Hutan Pinus terhadap Erosi dan Tata Air Yang dilaksanakan oleh: UGM, IPB, UNIBRAW dan BP2TPDAS Surakarta.
- Rogers, D.H. 1996. *Soil Water and Plant Relationships. Irrigation Management Series*. Cooperative Extension Service. Kansas State University. Manhattan. Kansas.
- Sembiring. 2010. Pendugaan Karbon Tersimpan pada Tegakan Pinus (*Pinus merkussii*) dan Ekaliptus (*Eucalyptus sp*) di Taman Hutan Raya Bukit Barisan

Kabupaten Karo. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/20841> diakses pada 4 Desember 2010.

Seyhan, S. 1990. Dasar-dasar Hidrologi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Setyono. 2009. Intisari Kesuburan Tanah. IKIP. Malang.

Soekotjo. 1975. Pinus merkusii. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.

Soemarno. 2004. Planning, Design dan Operation Irigasi. Mata Kuliah Manajemen Sumberdaya Air. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Malang

Soemarto, C. D. 1987. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional. Surabaya.

Soepardi, G. 1983. Sifat dan ciri tanah. IPB Bogor.

Sucipto. 2007. Analisis Erosi yang Terjadi di Lahan karena Pengaruh Kepadatan Tanah. Wahana TEKNIK SIPIL Vol. 12 No. 1 April 2007: 51-60

Suharto, E. 2006. Kapasitas Simpanan Air Tanah Pada Sistem Tata Guna Lahan LPP TAHURA Raja Lelo Bengkulu. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia Volume 8, No.1, 2006, Halaman 44-49.

Usman. 2004. Analisis Kepekaan Beberapa Metode Pendugaan Evapotranspirasi Potensial Terhadap Perubahan Iklim. Jurnal Natur Indonesia 6(2): 91-98 (2004).

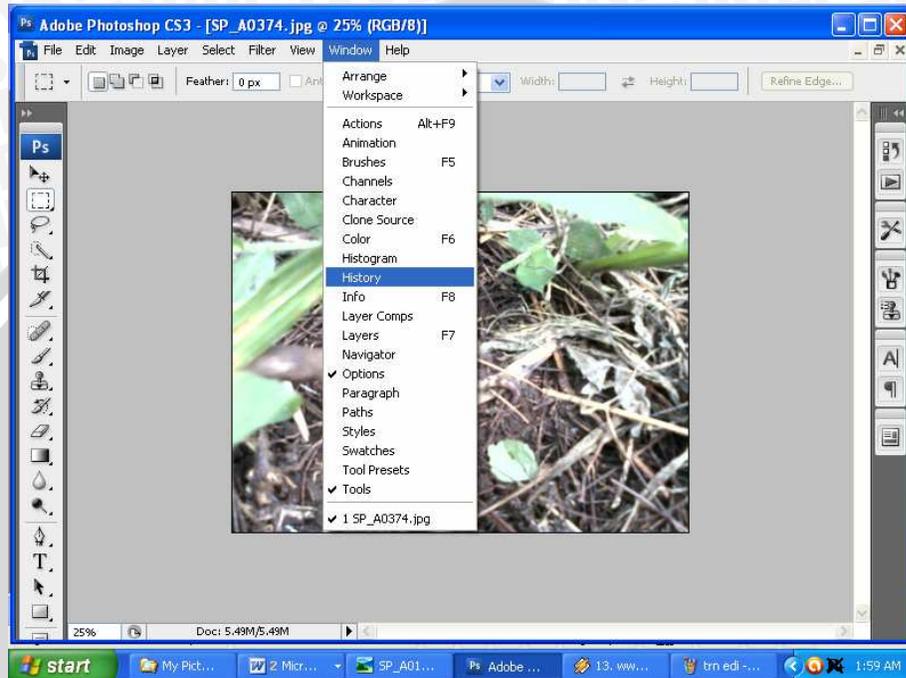
Utomo, W. H. 1989. Konservasi Tanah di Indonesia. Rajawali Press. Jakarta.

Waring, R., H, Whitehead, D., and Jarvis, P. G. (1979), The contribution of stored water to transpiration in Scots pine. Plant, Cell & Environment, 2: 309-317warring

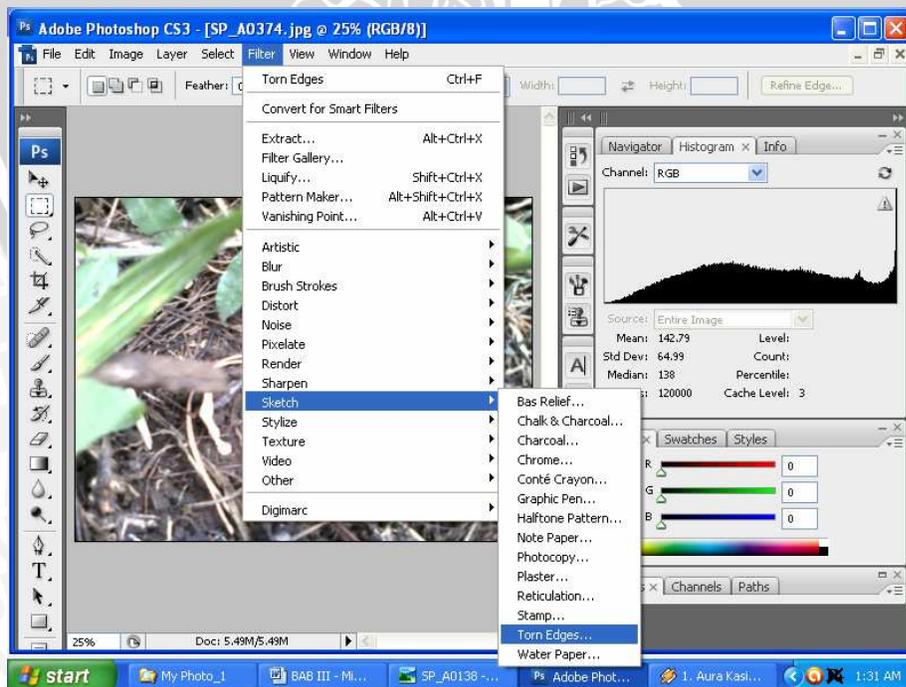
Zheng, D., Cao, W., and Nulty, M. 2004. *Run off Soil Erossion and erodibility of conservation reserve Program Land Under Crop and Hay Production*. SSAJ. 68;13332;134;1.

Lampiran 1. Menghitung Luasan Penutupan Lahan di Bawah Tanaman Pinus

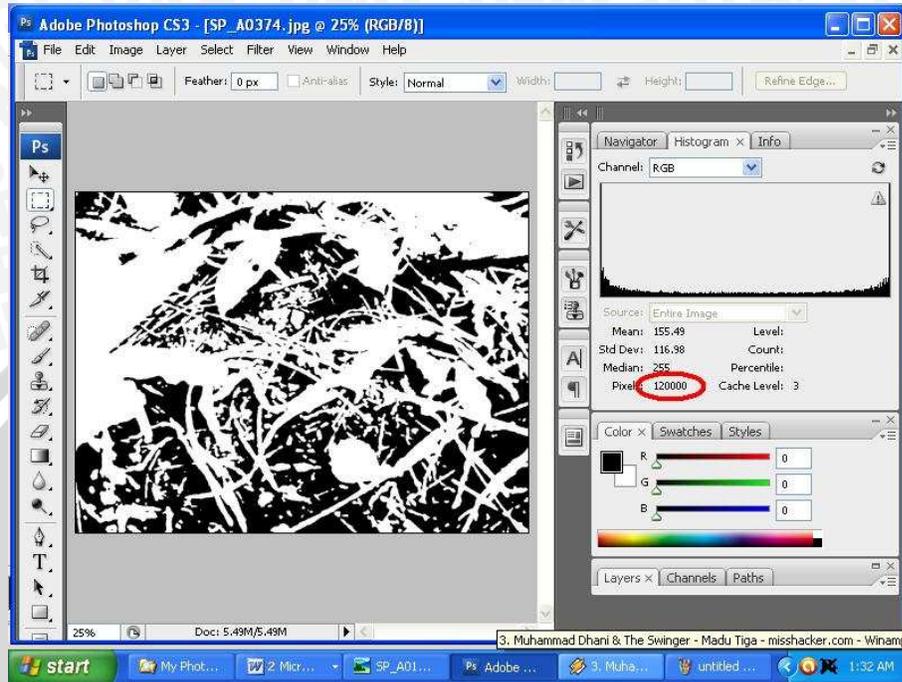
1. Buka foto menggunakan Adobe Photoshop CS 3. Klik **Window**, lalu **Histogram**



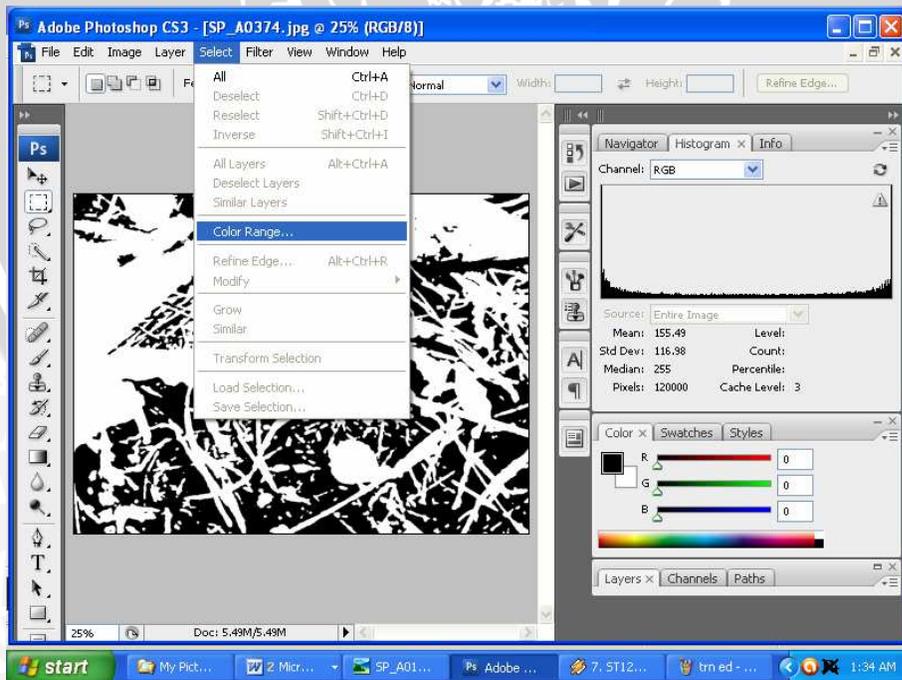
2. Klik **Filter**, **Sketch**, lalu **Torn Edges**



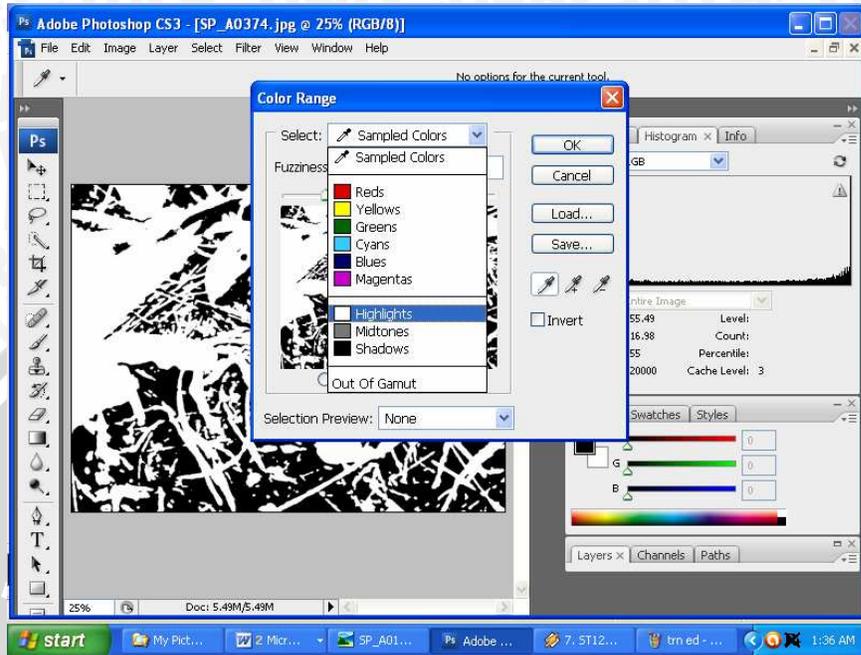
3. Angka yang disorot lingkaran mereka merupakan luasan total yang difoto



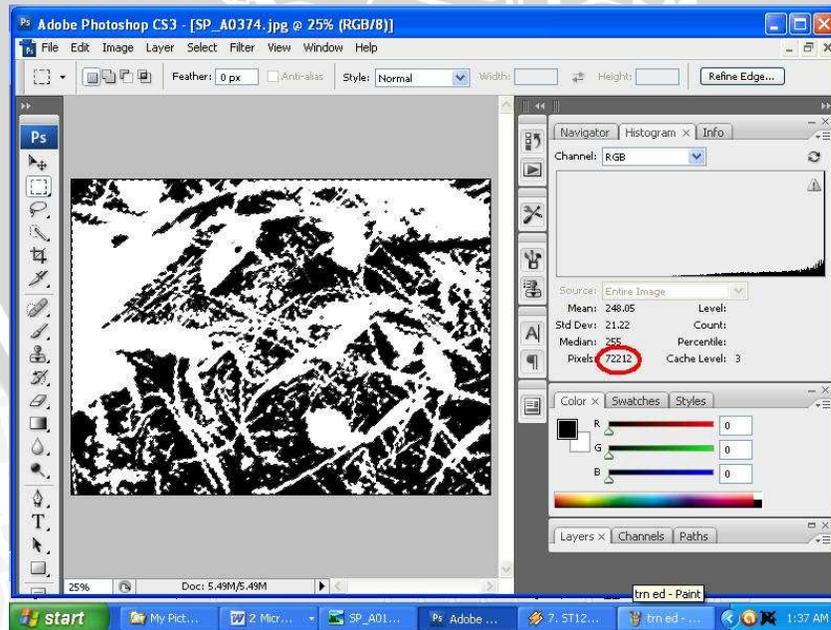
4. Untuk menghitung persentase luasan tutupan, klik **Select**, lalu **Color Range**



5. Klik **Select**, lalu **Highlights**



6. Luas penutupan di bawah tegakan tanaman basis adalah angka yang disorot oleh lingkaran merah



7. Hitung dengan Persamaan :

$$\text{Luas Tutupan} = \frac{\text{Jumlah Pixels Hitam}}{\text{Jumlah pixels total}} \times 100\% \times 1 \text{ m}^2$$

Lampiran 2. Uji BNT Analisis Dasar Area Pengamatan

Lapisan	Berat Isi			Indeks DMR			C-Organik			Porositas		
	PKS	PKSa	PKSB	PKS	PKSa	PKSB	PKS	PKSa	PKSB	PKS	PKSa	PKSB
I	0.97a	1.14b	1.04a	6.28c	5.24b	6.63b	12.77c	7.14c	10.41c	58.48c	44.59a	53.18c
II	1.02b	1.11b	1.07a	6.13b	5.28b	6.06ab	8.27b	6.92b	8.25b	53.03b	47.31b	52.47bc
III	1.05b	1.05a	1.06a	6.07b	6.04c	6.09ab	8.51b	6.99b	8.41b	50.86a	50.13c	50.65ab
IV	1.23c	1.23c	1.24b	5.01a	4.96a	4.95a	6.71a	6.73a	5.98a	50.24a	48.93c	48.75a
BNT	0.05	0.06	0.17	1.06	0.32	1.68	1.8	0.26	2.43	2.17	2.72	2.99

Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, p=5%)

Lampiran 3. Uji BNT Kadar Lengas Area Pengamatan

Lapisan	pF 0				pF 1				pF 2.5				pF 4.2			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
PKS	0.58c	0.53b	0.50a	0.50a	0.49b	0.47b	0.46a	0.42a	0.43c	0.42b	0.41a	0.38a	0.19b	0.17b	0.18a	0.14a
PKSa	0.44a	0.47a	0.50a	0.48a	0.44a	0.43a	0.46a	0.44a	0.40a	0.39a	0.41a	0.39a	0.15a	0.15a	0.19a	0.15a
PKSB	0.53b	0.52b	0.50a	0.48a	0.47ab	0.46b	0.45a	0.43a	0.42b	0.40a	0.40a	0.38a	0.20b	0.17b	0.18a	0.14a
BNT	0.09	0.06	-	-	0.05	0.03	-	-	0.02	0.03	-	-	0.04	0.02	-	-

Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, p=5%)

Lampiran 4. Uji BNT Kadar Lengas Area Pengamatan

Lapisan	pF0			pF1			pF2.5			pF4.2		
	PKS	PKSa	PKSB	PKS	PKSa	PKSB	PKS	PKSa	PKSB	PKS	PKSa	PKSB
I	0.58c	0.44a	0.53c	0.49c	0.44a	0.47b	0.43b	0.40a	0.42c	0.19b	0.15a	0.20c
II	0.53b	0.47b	0.52bc	0.47bc	0.43a	0.46ab	0.42b	0.39a	0.40b	0.17b	0.15a	0.17bc
III	0.50a	0.50c	0.50ab	0.46b	0.46a	0.45ab	0.41b	0.41a	0.40b	0.18b	0.19b	0.16ab
IV	0.50a	0.48c	0.48a	0.42a	0.44a	0.43a	0.38a	0.39a	0.38a	0.14a	0.15a	0.14a
BNT	0.03	0.03	0.03	0.04	-	0.04	0.03	-	0.02	0.04	0.04	0.02

Keterangan : Angka bernotasi sama berarti tidak berbeda nyata (BNT, $p=5\%$)

PKS = Pinus Kombinasi Semak Belukar

PKSa = Pinus Kombinasi Sayuran

PKSB = Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Lampiran 5. Jumlah Air Tersedia Area Pengamatan

Jenis Penutupan	Lapisan	Kadar Air Tersedia (cm ³ cm ⁻³)	Ketebalan (mm)	Air Tersedia (mm)
Pinus-Semak Belukar	I	0.24	260	62.4
	II	0.24	330	81.4
	III	0.23	330	78.1
	IV	0.24	1080	262.8
Pinus-Sayuran	I	0.24	250	60
	II	0.23	320	73.6
	III	0.22	330	74.8
	IV	0.24	1100	264
Pinus-Sayuran Bero	I	0.22	230	50.6
	II	0.23	290	66.7
	III	0.24	410	98.4
	IV	0.24	1070	256.8

Lampiran 6. Curah Hujan Harian Desa Sumbergondo

Unsur (mm)	24 April	25 April	22 Agustus	23 Agustus	24 Agustus	25 Agustus	26 Agustus	27 Agustus	28 Agustus	29 Agustus
CH	16.2	16.4	15.9	0	0	0	0	0	15.8	15.2



Lampiran 7. Korelasi antar Parameter

	Berat Isi	Indeks DMR	Bahan Organik	Porositas	pF 0	pF 1	pF 2.5	pF 4.2
Berat Isi	1							
Indeks DMR	-0.852**	1						
Bahan Organik	-0.768**	0.7069**	1					
Porositass	-0.644**	0.6417**	0.832**	1				
pF 0	-0.644**	0.6417**	0.832**	0.691**	1			
pF 1	-0.812**	0.7075**	0.770**	0.673**	0.673**	1		
pF 2.5	-0.813**	0.734**	0.794**	0.607**	0.607**	0.926**	1	
pF 4.2	-0.800**	0.745**	0.679**	0.607**	0.607**	0.833**	0.851**	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam

1. Berat Isi antar lapisan

a. Pinus Kombinasi Semak

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	0.114892	3	0.038297	153.188*	.000
Galat	0.002	8	0.00025		
Total	0.116892	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	0.050358	3	0.016786	91.5606*	.000
Galat	0.001467	8	0.000183		
Total	0.051825	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	0.114892	3	0.038297	153.188*	.000
Galat	0.002	8	0.00025		
Total	0.116892	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

2. Berat Isi antar Perlakuan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	0.045422	2	0.022711	136.266*	.000
Galat	0.001	6	0.000167		
Total	0.046422	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	0.012156	2	0.006078	23.7826*	0.001405
Galat	0.001533	6	0.000256		
Total	0.013689	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	0.000467	2	0.000233	0.91304	0.45063
Galat	0.001533	6	0.000256		
Total	0.002	8			

Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	0.0002	2	0.0001	1	0.421875
Galat	0.0006	6	.000		
Total	0.0008	8			



3. Porositas Antar Lapisan

a. Pinus Kombinasi Semak

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	126.4523	3	42.15077	121.297*	.000
Galat	2.78	8	0.3475		
Total	129.2323	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	51.76983	3	17.25661	69.4221*	.000
Galat	1.9886	8	0.248575		
Total	53.75843	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	35.36727	3	11.78909	17.0578*	.000
Galat	5.529	8	0.691125		
Total	40.89627	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

4. Porositas Antar Lapisan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	294.9382	2	147.4691	563.695*	.000
Galat	1.569667	6	0.261611		
Total	296.5078	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	59.6576	2	29.8288	56.5868*	.000
Galat	3.1628	6	0.527133		
Total	62.8204	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	0.843267	2	0.421633	1.70963	0.258466
Galat	1.479733	6	0.246622		
Total	2.323	8			

d. Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	3.957489	2	1.978744	2.906072	0.131059
Galat	4.0854	6	0.6809		
Total	8.042889	8			

5. Indeks DMR antar perlakuan

a. Pinus Kombinasi Semak

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	3.058967	3	1.019656	525.144*	.000
Galat	0.015533	8	0.001942		
Total	3.0745	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	1.9248	3	0.6416	94.5847*	.000
Galat	0.054267	8	0.006783		
Total	1.979067	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	4.490158	3	1.496719	7.55283*	0.010145
Galat	1.585333	8	0.198167		
Total	6.075492	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

5. Indeks DMR antar perlakuan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F Tabel
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	
Lapisan	3.103889	2	1.551944	5.90891*	0.038185
Galat	1.575867	6	0.262644		
Total	4.679756	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	1.329689	2	0.664844	191.782*	.000
Galat	0.0208	6	0.003467		
Total	1.350489	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F Tabel
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	
Lapisan	0.0038	2	0.0019	1.055556	0.404774
Galat	0.0108	6	0.0018		
Total	0.0146	8			

d. Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	0.005756	2	0.002878	0.362238	0.71036
Galat	0.047667	6	0.007944		
Total	0.053422	8			

7. Bahan Organik antar Lapisan

a. Pinus Kombinasi Semak

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	60.56523	3	20.18841	1103.19*	.000
Galat	0.1464	8	0.0183		
Total	60.71163	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	0.26949	3	0.089831	30.799*	.000
Galat	0.02333	8	0.002917		
Total	0.29282	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	29.4392	3	9.813075	850.84*	.0
Galat	0.09226	8	0.011533		
Total	29.53149	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

8. Bahan Organik antar Perlakuan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Lapisan	47.8408	2	23.92041	1168.11*	.000
Galat	0.12286	6	0.020478		
Total	47.9636	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Lapisan	3.600956	2	1.800478	584.992*	.000
Galat	0.018467	6	0.003078		
Total	3.619422	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Lapisan	4.328022	2	2.164011	212.3893	.000
Galat	0.061133	6	0.010189		
Total	4.389156	8			

d. Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Lapisan	1.080867	2	0.540433	54.46697	.000
Galat	0.059533	6	0.009922		
Total	1.1404	8			

9. pF 0 antar Lapisan

a. Pinus Kombinasi Semak

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	126.4523	3	42.15077	121.297*	.000
Galat	2.78	8	0.3475		
Total	129.2323	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	51.76983	3	17.25661	69.4221*	.000
Galat	1.9886	8	0.248575		
Total	53.75843	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Penggunaan Lahan	35.36727	3	11.78909	17.0578*	.000
Galat	5.529	8	0.691125		
Total	40.89627	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

10. pF 0 antar Perlakuan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	294.9382	2	147.4691	563.695*	.000
Galat	1.569667	6	0.261611		
Total	296.5078	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	Tabel
Lapisan	59.6576	2	29.8288	56.5868*	.000
Galat	3.1628	6	0.527133		
Total	62.8204	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.843267	2	0.421633	1.709632	0.258466
Galat	1.479733	6	0.246622		
Total	2.323	8			

d. Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	3.957489	2	1.978744	2.906072	0.131059
Galat	4.0854	6	0.6809		
Total	8.042889	8			

11. pF 1 antar Lapisan

a. Pinus Kombinasi Semak Belukar

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F Tabel
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	
Penggunaan Lahan	0.00949	3	0.003164	25.311*	.000
Galat	0.001	8	0.000125		
Total	0.010492	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F Tabel
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	
Penggunaan Lahan	0.0012	3	0.0004	1.54838*	0.27565
Galat	0.00206	8	0.000258		
Total	0.003267	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	F Tabel
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	
Penggunaan Lahan	0.00335	3	0.001119	6.7166*	0.01410
Galat	0.00133	8	0.000167		
Total	0.004692	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

12. pF 1 antar Perlakuan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.004356	2	0.002178	7.25925*	0.025004
Galat	0.0018	6	0.0003		
Total	0.006156	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.002422	2	0.001211	4.73913*	0.058249
Galat	0.001533	6	0.000256		
Total	0.003956	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	.000	2	4.44E-05	0.333333	0.729
Galat	0.0008	6	0.000133		
Total	0.000889	8			

d. Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.000822	2	0.000411	9.25	0.014688
Galat	0.000267	6	4.44E-05		
Total	0.001089	8			

13. pF 2.5 antar Lapisan

a. Pinus Kombinasi Semak Belukar

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Penggunaan Lahan	0.004225	3	0.001408	24.1428*	0.000231
Galat	0.000467	8	.000		
Total	0.004692	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Penggunaan Lahan	0.000625	3	0.000208	2.5*	0.133485
Galat	0.000667	8	.000		
Total	0.001292	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Penggunaan Lahan	0.002825	3	0.000942	16.142*	0.000936
Galat	0.000467	8	5.83E-05		
Total	0.003292	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

14. pF 2.5 antar Perlakuan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.001867	2	0.000933	10.5*	0.010974
Galat	0.000533	6	.000		
Total	0.0024	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.001689	2	0.000844	15.2*	0.004479
Galat	0.000333	6	.000		
Total	0.002022	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.000267	2	0.000133	2.4	0.171468
Galat	0.000333	6	.000		
Total	0.0006	8			

d. Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.000356	2	0.000178	2.666667	0.148382
Galat	0.0004	6	.000		
Total	0.000756	8			

15. Pf 4.2 antar Lapisan

a. Pinus Kombinasi Semak Belukar

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Penggunaan Lahan	0.004692	3	0.001564	23.458*	0.000256
Galat	0.000533	8	.000		
Total	0.005225	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Pinus Kombinasi Sayuran

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Penggunaan Lahan	0.003025	3	0.001008	12.1*	0.00242
Galat	0.000667	8	.000		
Total	0.003692	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Pinus Kombinasi Sayuran Bero

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Penggunaan Lahan	0.002825	3	0.000942	16.142*	0.000936
Galat	0.000467	8	.000		
Total	0.003292	11			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

16. pF 4.2 antar Perlakuan

a. Lapisan I

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.003267	2	0.001633	13.363*	0.006162
Galat	0.000733	6	0.000122		
Total	0.004	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

b. Lapisan II

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.000689	2	0.000344	10.333*	0.011391
Galat	0.0002	6	.000		
Total	0.000889	8			

* = Berbeda nyata pada taraf 5%

c. Lapisan III

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.001689	2	0.000844	5.846154	0.039003
Galat	0.000867	6	0.000144		
Total	0.002556	8			

d. Lapisan IV

Sumber Keragaman	Jumlah	Derajat	Kuadrat	F	
	Kuadrat	Bebas	Tengah	Hitung	F Tabel
Lapisan	0.000467	2	0.000233	4.2	0.072338
Galat	0.000333	6	.000		
Total	0.0008	8			

Lampiran 9 Foto Kondisi Lahan



Gambar 1. Lahan Pinus Kombinasi Semak Belukar



Gambar 2. Lahan Pinus Kombinasi Sayuran



Gambar 3. Lahan Pinus Kombinasi Sayuran Bero



Lampiran 10. Deskripsi Profil Tanah

a. Pinus Kombinasi Semak

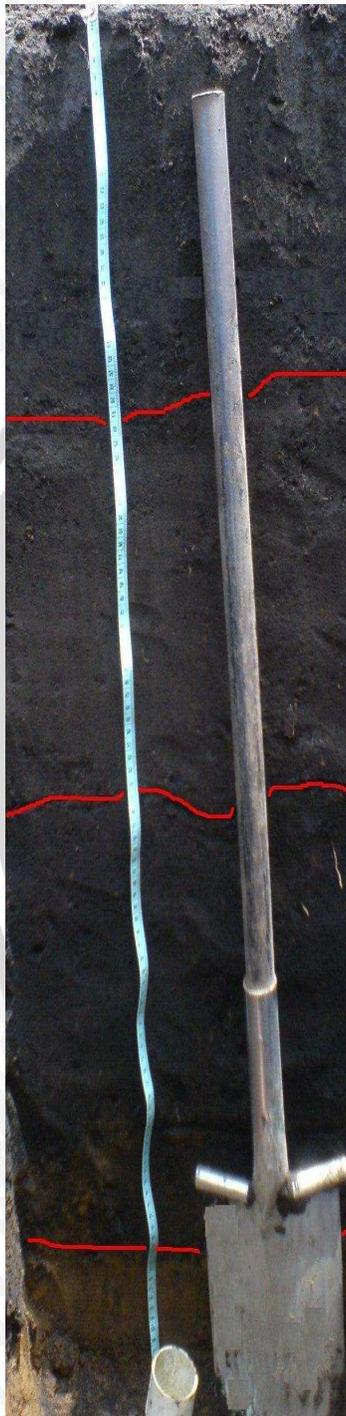


Horison	Kedalaman (cm)	Deskripsi
Ap	0 - 26	Warna :10YR3/1 very dark grey, tekstur :lempung, struktur :gumpal membulat, konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar
Ah	27 - 59	Warna :10YR4/2 dark greyish brown, tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :berombak
2Ah	60 - 92	Warna :10YR2/1, black tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar
Bw	93 - 200	Warna :10YR7/1, light brownish gray, tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :teguh, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar

Seri	: Gandon
Lokasi	: Desa Sumbergondo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu
UTM	: X : 671725 Y : 913726
Jenis Pengamatan	: Minipit
Bahan Induk	: Abu Vulkan
Fisiografi	: Lereng tengah
Lereng	: 14.7 %
Ketinggian	: 823 m dpl
Landuse	: Hutan Produksi
Aliran Permukaan	: Sedang
Keadaan Batuan	: Tidak Berbatu
Bahaya Erosi	: Sedang
Rejim Kelembaban Tanah	: Udik
Epipedon	: Mollik
Endopedon	: Argilik
Ordo	: Andisols
Sub Ordo	: Udik
Great Grup	: Udands



b. Pinus Kombinasi Hortikultura



Horison	Kedalaman (cm)	Deskripsi
Ap	0 - 25	Warna : 10YR3/1 very dark grey, tekstur :lempung, struktur :gumpal membulat, konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar
Ah	26 - 57	Warna : 10YR4/2 dark greyish brown, tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar
2Ah	58 - 90	Warna : 10YR2/1, black tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar
Bw	91 - 200	Warna : 10YR7/1, light brownish gray, tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :teguh, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar

Seri	: Gandon
Lokasi	: Desa Sumbergondo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu
UTM	: X : 672589 Y : 9136900
Jenis Pengamatan	: Minipit
Bahan Induk	: Abu Vulkan
Fisiografi	: Lereng tengah
Lereng	: 15.6 %
Ketinggian	: 818 m dpl
Landuse	: Hutan Produksi
Aliran Permukaan	: Tinggi
Keadaan Batuan	: Tidak Berbatu
Bahaya Erosi	: Tinggi
Rejim Kelembaban Tanah	: Udik
Epipedon	: Mollik
Endopedon	: Argilik
Ordo	: Andisols
Sub Ordo	: Udik
Great Grup	: Udands



c. Pinus Kombinasi Hortikultura Bero



Horison	Kedalaman (cm)	Deskripsi
Ap	0 - 23	Warna :10YR3/1 very dark grey, tekstur :lempung, struktur :gumpal membulat, konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :berombak
Ah	24 - 52	Warna :10YR4/2 dark greyish brown, tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar
2Ah	53 - 92	Warna :10YR2/1, black tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :gembur, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar
Bw	93 - 200	Warna :10YR7/1, light brownish gray, tekstur :lempung, struktur : gumpal membulat , konsistensi lembab :teguh, plastisitas :agak plastis, pori halus :biasa, perakaran :sedang :biasa, perakaran kasar :tidak ada, batas horison :datar

Seri	: Gandon
Lokasi	: Desa Sumbergondo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu
UTM	: X : 671156 Y : 913584
Jenis Pengamatan	: Minipit
Bahan Induk	: Abu Vulkan
Fisiografi	: Lereng tengah
Lereng	: 15.3 %
Ketinggian	: 833 m dpl
Landuse	: Hutan Produksi
Aliran Permukaan	: Sedang
Keadaan Batuan	: Tidak Berbatu
Bahaya Erosi	: Tinggi
Rejim Kelembaban Tanah	: Udik
Epipedon	: Mollik
Endopedon	: Argilik
Ordo	: Andisols
Sub Ordo	: Udik
Great Grup	: Udands



Lampiran 11. Daftar Istilah

Air tanah : adalah [air](#) yang terdapat dalam lapisan [tanah](#) atau [bebatuan](#) di bawah permukaan tanah.

(Anonymous, 2010. diakses dari http://id.wikipedia.org/wiki/Air_Tanah)

Air tersedia, : perbedaan antara jumlah air dalam tanah pada kapasitas lapang (*field capacity*) dan jumlah air dalam tanah pada persentase perlayuan permanen (*permanent wilting point*)

(M. Kelm, H. Brück, M. Hermann, and B. Sattelmacher.2000. *Plant Productivity and Water Use Efficiency of Sweetpotato (Ipomoea batatas) as Affected by Nitrogen Supply*. CIP Program Report 1999 – 2000)

Kedalaman efektif : tingkat kedalaman tanah yang tidak dapat ditembus oleh akar karena batu.

([://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/12634/1/G09eno_abstract.pdf](http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/12634/1/G09eno_abstract.pdf))

Lengas tanah : Air yang terikat oleh berbagai gaya. Misalnya gaya matrik, osmosis dan kapiler

(<http://file.upi.edu/Direktori/B%20%20FPIPS/LAINNYA/HENDRO%20MURTIANTO/09%20Fisika%20tanah.pdf>)

Neraca air : Keadaan air dalam tanah selama periode tertentu. Secara umum merupakan jumlah air yang masuk kedalam tanah yang diimbangi dengan jumlah yang keluar selama periode tertentu.

(Gardner, W.R. 1968. *Availability and Measurement of Soil Water. In Water Deficits and Plant Growth. Vol1. Academic Press, New York*)

Topsoil : Lapisan tanah paling atas, umumnya dimulai pada kedalaman 5 cm hingga 20 cm.

(Anonymous, 2010. diakses dari <http://en.wikipedia.org/wiki/Topsoil>)

